أساسيات تربية القرعيات

سلسلة تربية محاصيل الخضر

# أساسيات تربية القرعيات

تأليف

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

حسن، أحمد عبد المنعم
أساسيات تربية القرعيات/ تأليف أحمد عبد المنعم حسن.
ط١.- القاهرة: - ٢٠١٩ م
٢٠٨ ص, ١٧ × ٢٤- (سلسلة تربية محاصيل الخضر).
١. تربية الخضر
٢. تربية القرعيات
أ. العنوان

**الطبعة الأولى**

**١٤٤٠هـ - ٢٠١٩م**

# المقدمــــة

هذا هو الكتاب الخامس فى سلسلة "تربية محاصيل الخضر"، وهو أول كتاب فى سلسلة من ثلاثة كتب خاصة بتربية محاصيل الخضر القرعية، أما الكتابان الآخران فهما يتناولا موضوعا: "تربية القرعيات لتحسين المحصول وصفات الجودة وتحمل الظروف البيئية القاسية"، و"تربية القرعيات لمقاومة الأمراض والآفات".

يُشكل هذا الكتاب الذى بين يديك الأُسس التى يبنى عليها تربية القرعيات، وتتضمن جوانب، مثل: الأصول الوراثية، والوضع التقسيمى والأنواع والأصناف النباتية القريبة والبرية وإمكانيات التهجين بينها، والتضاعف، والعقم الذكرى، وبيولوجى الإزهار والتلقيح الطبيعى، وطرق إجراء التلقيح الذاتى والتهجينات، وإنتاج الهجن، ووراثة مختلف الصفات النباتية، مع إشارة إلى الجهود التى بُذلت فى مجال البيوتكنولوجى. وقد فُصِّلت هذه المواضيع فى ستة فصول؛ إثنان منها خاصين بالقرعيات بصورة عامة، وأربعة فصول خُصصِّت لمحاصيل البطيخ، والكنتالوب (القاوون)، والخيار، والكوسة والقرع العسلى وبعض القرعيات الثانوية.

يُعد هذا الكتاب الأول فى موضوعه، باللغة العربية، والله أرجو أن يكون إضافة يستفيد منها المهتمين بتربية القرعيات.

**أ.د. أحمد عبد المنعم حسن**

**أستاذ الخضر**

**كلية الزراعة – جامعة القاهرة**

# محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

## الفصل الثالث

الصفحة

## الفصل الرابع

## أساسيات تربية الكنتالوب (القاوون) ٥٩

الصفحة

الصفحة

الصفحة

## الفصل السادس

الصفحة

# الفصل الأول

## مقدمـــات

تضم العائلة القرعية حوالى ١٣٠ جنسًا، ونحو ٩٠٠ نوع، يستخدم منها فى الزراعة حوالى ٣٠ نوعًا، وهى تنتشر — أساسًا — فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية من العالم (Maggos ١٩٩٩)، ويقتصر جل اهتمامنا فى هذا الكتاب بالخضر القرعية فقط.

### الوضع التقسيمى للقرعيات

يتسلسل الترتيب التقسيمى النباتى للقرعيات، كما يلى:

Kindom: Plantae

Division: Magnoliophyta

Class: Magnoliopsida

Order: Cucurbitales

Family: Cucurbitaceae

Subfamily: Cucurbitoideae

Tribe: Benincaseae

Subtribe: Benincasinae

ويلى ذلك الجنس Genus (مثل *Citrullus*)، فالنوع species (مثل *lanatus*)، فالأصناف النباتية Botanical Varicties (مثل *lanatus*، و *citroides*).

## نشأة وتطور القرعيات وتاريخ زراعتها

نتناول هذا الموضوع بالشرح تحت كل واحد من محاصيل الخضر القرعية على حدة.. ولمزيد من التفاصيل حول نشأة وتطور القرعيات المزروعة واستئناسها والتاريخ المبكر لتحسينها.. يُراجع Bisognin (٢٠٠٢).

## سيتولوجى القرعيات

نُوضح فى القائمة التالية عدد الكروموسومات فى الخلايا الجسمية (٢ن) لمختلف أنواع القرعيات (عن Moreno & Roig ١٩٩٠):

### عشرة أنواع عالمية الانتشار:

*Cucumis melo* L. (melon; 2n = 24)

*Cucumis sativus* L. (cucumber; 2n=14)

*Citrullus lanatus* (Thunb.). Matsum. & Nakai (watermelon; 2n=22)

*Cucurbita maxima* Duch. Ex Lam. (pumpkin, winter squash; 2n=40)

*Cucurbia mixta* Pang. (pumpkin, winter squash, Cushaw; 2n=40)

*Cucurbita moschata* (Duch.ex Lam.) Duch. Ex Poir (winter squash; 2n=40)

*Cucurbita pepo* L. (summer sqush. winter squash, pumpkin, gourd; 2n=40)

### أنواع محدودة الانتشار فى مناطق معينة:

*Cucumis anguria* L. (West Indian gherkin; 2n=24)

*Cirullus colocynthis* (L.) Schrad. (colocynth; 2n=22)

*Cucurbita ficifolia* Bouche (fig-leaf or Malabar gourd; 2n=40)

*Cucurbita foetidisima* H. B. K. (buffalo gourd; 2n=40)

*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn. (wax or white gourd; 2n=24)

*Lagenaria siceraria* Mol. Standl. (bottle gourd; 2n=22)

*Luffa acutangula* (L.) Roxb. (angled loofah; 2n=26)

*Luffa cylindrical* M. J. Roem. (smooth loofah, loofah gourd; 2n=26)

*Momordica charantia* L. (bitter gourd; 2n=22)

*Momordica dioica* Roxb. ex Willd. (bitterless bitter gourd; 2n=28)

*Sechium edule* (Jacq.) Sw. (chayote; 2n=24)

*Coccinia indica* Wight & Arn. (little gourd; 2n=24)

*Cucumeropsis mannii* Naud. (egusi melon; 2n=22)

*Cyclanthera pedata* (L.) Schrad. (2n=32)

*Hodgsonia macrocarpia* (Bl.) Cogn. (Chinese lard fruit)

*Praecirullus fistulosus* Pang.

*Sicana odorifera* (Vell.) Naud. (cassabanana)

*Telfairia occidentalis* Hook. F. (fluted gourd)

*Telfairia pedata* (Sm. Ex. Sims) Hook. (oysternut)

*Trichosanthes cucumerina* L. (snake gourd; 2n=22)

*Trichosanthers dioica* Roxb. (pointed gourd; 3n=33)

كما نُوضح فى القائمة التالية العدد الأحادى (n) للكروموسومات فى بعض الخضر القرعية (علمًا بوجود بعض الاختلاف – وبعض التشابه – بين الأنواع التى تضمها القائمتين؛ عن Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

| النوع | العدد الأحادى (n) للكروموسومات |
|---|---|
| *Benincasa hispida* | 12 |
| *Citrullus lanatus* | 11 |
| *Coccinia grandis* | 12 |
| *Cucumis anguria* | 12 |
| *Cucumis dipsaceus* | 12 |
| *Cucumis melo* | 12 |

(يتبع)

| النوع | العدد الأحادى (n) للكروموسومات |
|---|---|
| *Cucumis metuliferus* | 12 |
| *Cucumis sativus* | 7 |
| *Cucurbita* species | 20 |
| *Cyclanthera explodens* | 16 |
| *Cyclanthera pedata* | 16 |
| *Lagenaria siceraria* | 11 |
| *Luffa* species | 13 |
| *Momordica balsamina* | 11 |
| *Momordica charantia* | 11 |
| *Momordica cochinchinensis* | 14 |
| *Momordica dioica* | 14 |
| *Praecitrullus fistulosus* | 12 |
| *Sechium edule* | 12 |
| *Trichosanthes cucumerina* | 11 |
| *Trichosanthes dioica* | 11 |

ولقد أمكن إنتاج نباتات رباعية التضاعف tetraploids من كلٍ من الخيار، والكنتالوب، والكوسة، والبطيخ، والشمام المر، واللوف، وذلك بالمعاملة بالكولشيسين، ولكن لم يكن لأى منها أى قيمة بستانية، باستثناء نباتات البطيخ الرباعية التى استخدمت فى إنتاج البطيخ اللابذرى.

ولقد أُنتجت نباتات ثلاثية التضاعف triploids من كل من الخيار، والكنتالوب، والكوسة، والبطيخ بتلقيح نباتات رباعية التضاعف مع أخرى ثنائية diploids من نفس النوع. تكون النباتات الثلاثية على درجة عالية من العقم، بينما تكون النباتات الرباعية أكثر خصوبة عنها، وإن كانت أقل خصوبة عن الثنائية. ولقد أمكن الاستفادة من عقم النباتات الثلاثية — والذى يكون مرده إلى فشل الجنين فى إكمال نموه — فى إنتاج بطيخ لابذرى (قليل البذور). وفيما عدا البطيخ الثلاثى اللابذرى، فإن النباتات الثلاثية

من الأنواع الأخرى لم تظهر لها أى قيمة اقتصادية. ولقد وُجدت نباتات ثلاثية ظهرت طبيعيًّا من كل من الجورد المدبب pointed gourd، واللبلاب ivy gourd.

وتظهر أحيانًا نباتات أحادية haploids بصورة طبيعية فى كلٍ من الخيار والكنتالوب، وتتميز تلك النباتات فى الخيار بصغر حجم بذورها. ويمكن – كذلك – إنتاج النباتات الأحادية بالتهجين النوعى، وبالتلقيح بحبوب لقاح سبق تعريضها للإشعاع ثم زراعة الأجنة المتكونة فى بيئة صناعية. ويمكن بمضاعفة النباتات الأحادية إنتاج سلالات أصيلة ومتجانسة ثنائية التضاعف فى خطوة واحدة.

وعُرِفت حالات polysomaty من كل من الكنتالوب، والكوسة، وبعض القرعيات الأخرى، وفيها يكون العدد الكروموسومى لبعض خلايا النبات مضاعفات للعدد الطبيعى لتلك النباتات.

وفى الكوسة أمكن مضاعفة العدد الكروموسومى لبعض الهجن النوعية بالكولشيسين وأُنتجت نباتات متضاعفة هجينيًّا amphidiploids كانت خصبة ذاتيًّا. وعندما لُقحت النباتات المتضاعفة هجينيًّا من الهجين النوعى *Cucurbita moschata* × *C. maxima* ذاتيًّا فإنها انعزلت بصفات بستانية مرغوب فيها. هذا إلاّ إن النباتات المتضاعفة هجينيًّا لم يكن لها شأن فى إنتاج أصناف جديدة (عن Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

ولمزيد من التفاصيل حول سيتولوجى مختلف القرعيات.. يُراجع Butt & Saran (١٩٩٨).

## جيرمبلازم القرعيات

نتناول هذا الموضوع بالشرح – تفصيليًّا – تحت كل واحد من محاصيل الخضر القرعية على حدة، ونشير الآن – مبدئيًا – إلى أعداد سلالات الجيرمبلازم المحتفظ بها من مختلف الأنواع القرعية فى بنوك ومجموعات الجيرمبلازم الأوروبية – فقط – متضمنة السلالات المحلية، وسلالات التربية، والأنواع البرية القريبة (جدول ١–١).

جدول (١-١): أعداد سلالات الجيرمبلازم المحتفظ بها من مختلف الأنواع القرعية فى بنوك ومجموعات الجيرمبلازم الأوروبية، متضمنة السلالات المحلية، وسلالات التربية، والأنواع البرية القريبة.

| النوع | عدد السلالات |
|---|---|
| *Citrullus colocynthis* | ٢٦٩ |
| *C. lanatus* | ٣٦٢١ |
| *Citrullus* sp. | ٤٦٥ |
| **مجموع الـ Citrullus** | **٤٣٥٥** |
| *Cucumis anguria* | ٣٣ |
| *C. dipsaceus* | ٣١ |
| *C. ficifolius* | ١١ |
| *C. melo* | ٧٥٥٣ |
| *C. metuliferus* | ١١ |
| *C. myriocarpus* | ١٢ |
| *C. sativus* | ٥٨٩٦ |
| *C. zeyheri* | ١٠ |
| *Cucumis* sp. | ٧٧٦ |
| **مجموع الـ Cucumis** | **١٤٣٣٣** |
| *Cucurbita argyrosperma* | ٩ |
| *C. ficifolia* | ١٢١ |
| *C. maxima* | ١٧٠٥ |
| *C. moschata* | ٧٥٣ |
| C. pepo | ٣٥٤١ |
| *Cucurbita* sp. | ٨٠٨ |
| **مجموع الـ Cucurbita** | **٦٩٣٧** |
| *Benincasa hispida* | ٥٤ |
| *Cyclanthera pedata* | ٣٤ |

يتبع

تابع جدول (١-١)

| النوع | عدد السلالات |
|---|---|
| *Lagenaria siceraria* | ١٤٠ |
| *L. vulgaris* | ٢٥٣ |
| *Luffa* sp. | ١٦٤ |
| *Momordica* sp. | ٣١ |
| أنواع أخرى | ٩٠ |
| مجموع الأجناس الأخرى | **٧٦٦** |
| مجموع القرعيات | **٢٦٣٩١** |

وجدير بالذكر أن المجموعات التى يضمها الجدول توجد فى كل من روسيا الاتحادية، وألمانيا، وإسبانيا (فى كل من Valencia، و BGHZ، و CSIC)، وجمهورية التشيك، وبلغاريا، وتركيا، والمجر، وهولندا، وبولندا، وإيطاليا، والبرتغال، ويوغسلافيا، وفرنسا، ورومانيا.

## وراثة الصفات فى القرعيات

نتناول هذا الموضوع بالتفصيل تحت كل واحد من الخضر القرعية، ولا مجال لبيانه فى هذا المقام، إلاّ فيما يتعلق بالإشارة العامة لعدد الجينات المعروفة والمصادر المتخصصة فى هذا الأمر.

ولقد نشرت تعاونية وراثة القرعيات قوائم بالجينات المعروفة من مختلف القرعيات، وهى التى بلغت أعدادها ١٤٦ جينًا للخيار حتى عام ١٩٩٣، و١٠٠ جين للكنتالوب حتى عام ١٩٩٤، و٨١ جينًا للبطيخ حتى عام ١٩٩٥، و٧٩ جينًا لمختلف أنواع الجنس *Cucurbita* حتى عام ١٩٩٢. وتُشفر عديد من تلك الجينات لإنزيمات متناظرة أو شبيهة isozymes (Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

ولمزيد من التفاصيل حول وراثة الصفات فى مختلف القرعيات .. يُراجع More & Seshadri (١٩٩٨).

## الفصل الثانى

# الخصائص العامة للقرعيات التى يتعين الإلمام بها لأجل التربية

تتنوع كثيرًا الخصائص العامة للقرعيات التى يتعين على مربى القرعيات الإلمام بها؛ الأمر الذى نتناوله بالشرح المفصل فى الفصول المتبقية من هذا الكتاب تحت كل محصول منها على حدة. ونكتفى فى هذا الفصل بالإشارة إلى بعض الأمور ذات الطبيعة العامة.

### التلقيحات بين مختلف القرعيات

لا تتلقح عديد من أنواع القرعيات المحصولية مع أى من الأنواع المحصولية الأخرى، وتشمل القائمة ما يلى:

١- الخيار *Cucumis sativus*.

٢- الكنتالوب *Cucumis melo*.

٣- البطيخ *Citrullus lanatus*، والسترون *C. lanatus* var *citroides*.. وهما يتلقحان معًا.

٤- الجورد الشمعى *Benincasa hispida*.

٥- اليقطين *Lagenaria siceraria*.

٦- اللوف *Luffa aegyptiaca*، و *L. cylindrica* .. وهما يتلقحان معًا.

٧- الجورد المضلع *Luffa acutangula* (وهو الـ ridge gourd).

هذا.. بينما يحدث التلقيح — بدرجات متباينة من السهولة والصعوبة — بين كل من الكوسة squash، والقرع العسلى pumpkin وجورد الـ *Cucurbita*، وهى تنتمى كلها لكل

من: *Cucurbita pepo*، و *C. maxima*، و *C. moschata*، و *C. argyrosperma*؛ علمًا بأنها — جميعًا — لا تتلقح مع أى من أنواع القرعيات المحصولية الأخرى التى أسلفنا بيانها (Wehner ٢٠٠٥).

ويبين شكل (٢–١) تخطيطًا يوضح التهجينات الممكنة وغير الممكنة بين مختلف أنواع القرعيات.

| Crop | Cuke | Melon | Wtr | Sqsh | Pmp | G-Cu | G-Wx | G-Lg | G-Lf | G-Rg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cuke | X | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Melon | - | X | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Wtr | - | - | X | - | - | - | - | - | - | - |
| Sqsh | - | - | - | X | X | X | - | - | - | - |
| Pmp | - | - | - | X | X | X | - | - | - | - |
| G-Cu | - | - | - | X | X | X | - | - | - | - |
| G-Wx | - | - | - | - | - | - | X | - | - | - |
| G-Lg | - | - | - | - | - | - | - | X | - | - |
| G-Lf | - | - | - | - | - | - | - | - | X | - |
| G-Rg | - | - | - | - | - | - | - | - | - | X |

**شكل (٢–١): التهجينات الممكنة وغير الممكنة بين مختلف أنواع القرعيات (عن T.C. Wehner – جامعة ولاية نورث كارولينا – الإنترنت ٢٠١٠).**

x = تتلقح معًا.

– = لا تتلقح معًا.

Cuke = cucumber (*Cucumis sativus*) الخيار

Melon = melon (*Cucumis melo*) الكنتالوب

Wtr = watermelon (*Citrullus lanatus*) and citron (*C. lanatus* var *citroides*) البطيخ

Sqsh = squash (*Cucurbita pepo, C. maxima, C. moschata, C. argyrosperma*) الكوسة

Pmp = pumpkin (*Cucurbita pepo, C. maxima, C. moschata, C. argyrosperma*) القرع العسلى

G-Cu = gourd-cucurbita (*Cucurbita pepo, C. maxima, C. moschata, C. argyrosperma*) جورد القرع

G-Wx = gourd-wax (*Benincasa hispida*) الجورد الشمعى

G-Lg – gourd-lagenaria (*Lagenaria siceraria*) جورد الشمام المر

G-Lf = gourd-luffa (*Luffa aegyptiaca, L. cylindrica*) جورد اللوف

G-Rg = gourd-ridge (*Luffa acutangula*) جورد اللوف

# بعض جوانب التلقيح والإخصاب فى القرعيات

## تنافس حبوب اللقاح على الإخصاب

تقول النظرية الافتراضية لتنافس حبوب اللقاح pollen competition hypothesis أنه عندما يصل إلى ميسم الزهرة عددًا من حبوب اللقاح يزيد عن عدد البويضات بالمبيض، فإنه يحدث انتخاب فى حبوب اللقاح خلال الفترة فيما بين وصولها للميسم وحدوث الإخصاب. ولاختبار صحة هذه النظرية الافتراضية استخدم النوع البرى *Cucurbita foetidissima* فى بيئته الطبيعية (فى جنوب المكسيك)، ووُجد أنه يلزم حوالى ٩٠٠ حبة لقاح ليكون عقد البذور كاملاً، وأن الزيارة الواحدة لكل حشرة ملقحة تضع ٦٥٣,٠ ± ١٠١,٨ حبة لقاح على ميسم الزهرة. ووجد أن حوالى ٢٩٪ من الأزهار التى تلقت زيارة واحدة من الحشرات الملقحة وصل لمياسمها ٩٠٠ حبة لقاح أو أكثر. وفى خلال ساعتين من تفتح الأزهار كان قد وصل ميسم الزهرة العادية أكثر من ٤٠٠٠ حبة لقاح؛ بما يعنى حدوث أكثر من زيارة لها من الحشرات الملقحة. وقد احتوت الثمار التى نتجت من الزيارات الحشرية المتعددة لنفس الزهرة على عدد أكبر من البذور عما فى الثمار التى عقدت بعد زيارة حشرية واحدة (٢٠٦ مقارنة بـ ١٤٧). كذلك فإن النباتات التى نتجت من زراعة بذور الثمار التى عقدت بعد أكثر من زيارة حشرية كانت أقوى نموًا عن تلك التى نتجت من زراعة بذور الثمار التى عقدت بعد زيارة

حشرية واحدة، وذلك فى خمسة قياسات للنمو الخضرى. ويعنى ذلك أن التنافس بين حبوب اللقاح يحدث فى الطبيعة، ويؤدى إلى تحسين قوة نمو النسل (Winsor وآخرون ٢٠٠٠).

ولقد أدت زيادة كثافة التلقيح (زيادة كمية حبوب اللقاح على ميسم الزهرة pollen load) إلى زيادة أعداد البذور المكتملة التكوين/ثمرة، وخفض أعداد البذور الفارغة، وخفض متوسط وزن الثمرة فى عدد من أصناف الكنتالوب والخيار والكوسة. وفى المتوسط.. أنتج الكنتالوب ٢,٢ ثمرة/نبات شتاء، و٠,٩ ثمرة/نبات فى الخريف. وفى المقابل.. أنتج الكنتالوب ٢٧٥ بذرة كاملة التكوين/ثمرة فى الخريف، و٥٧ بذرة فقط/ثمرة فى الشتاء. هذا بينما لم يتأثر إنبات بذور الكنتالوب والكوسة بكثافة التلقيح. وتعد تلك النتيجة مخالفة لما هو سائد من أن تنافس الجاميطات الذكرية يؤثر إيجابيًّا على قوة نمو النسل (Nerson ٢٠٠٩).

## أمور يتعين مراعاتها عن تلقيح أزهار القرعيات

يجب عند إجراء التلقيحات فى القرعيات مراعاة ما يلى:

١- أن تكون حبوب اللقاح مكتملة التكوين، ويعرف ذلك بلونها الأصفر الزاهى.

٢- أن تكون المياسم مستعدة للتلقيح، ويعرف ذلك بلونها الأبيض الضارب للإصفرار، وإن كانت أقتم لونًا فإنها تكون مُسنة ولم تعد مناسبة للتلقيح.

٣- أن لا تكون المتوك أو المياسم أو المبيض قد سبق ملامستها بالأصابع ما لم تغمس الأصابع فى الكحول قبل تداول الزهرة؛ لتطهيرها من أى حبوب لقاح تكون قد علقت بها من تلقيح سابق.

٤- أن تُغطَّى فصوص الميسم الثلاثة كاملة بحبوب اللقاح لأجل الحصول على عقد جيد للثمار والبذور.

٥- أن يكون الـ label المستخدم فى بيان التلقيح من البلاستيك وأبيض اللون (لأن الألوان الأخرى تجذب إليها الحشرات)، وأن يكتب عليها بمداد لا يُمحى بفعل الرطوبة أو اللمس، وأن تعلق الـ label — بعد كتابة البيانات عليها — فى عنق الثمرة فى الكوسة، وفى الساق أسفل الزهرة الملقحة فى الخيار والبطيخ والكنتالوب.

## طرق التربية الكلاسيكية والحديثة المستخدمة مع القرعيات

**إن من أهم الطرق المتبعة فى تربية القرعيات، ما يلى:**

١- الانتخاب المتكرر.

٢- الانتخاب المُنسَّب.

٣- التهجين الرجعى.

٤- انتخاب السلالات المرباة داخليًّا.

٥- إنتاج الهجن.

٦- إنتاج النباتات الثلاثية التضاعف (العديمة البذور) فى البطيخ.

٧- التقنيات الحيوية.

**ومن أهم التقنيات الحديثة التى يُستفاد منها فى تربية وتحسين القرعيات، ما يلى:**

أ- استخدام الواسمات الوراثية.

ب-عمل الخرائط الارتباطية باستعمال تقنيات الـ RAPD.

ج- دراسة التباينات الوراثية بين الأصناف باستعمال تقنيات الـ RAPD.

د- الاستفادة من مزارع الأنسجة فى دراسات التحول الوراثى ولأجل إكثار الجيرمبلازم المتميز، مثل السلالات الرباعية التضاعف من البطيخ لأجل إنتاج البطيخ الثلاثى التضاعف، إلاّ أن مزارع الأنسجة لا تُعد اقتصادية بالنسبة لإكثار البذور.

هـ - إجراء التهجينات النوعية الصعبة.

ز- الهندسة الوراثية.

ح- التربية بالطفرات.

هذا.. وتُعرف عديد من تقنيات الدنا الأخرى الأقل شيوعًا، ولكنها قد تخرج عن أهداف هذا الكتاب.

## التربية الداخلية وتأثيراتها على قوة النمو فى القرعيات

أوضح عديد من الباحثين أن التربية الداخلية للقرعيات لا يتبعها — بالضرورة — نقص فى قوة نموها، وإن كان قد ظهر فى بعض السلالات المرباة داخليًّا تدهورًا فى قدرتها الإنتاجية أحيانًا، وتتباين السلالات فى هذا الشأن. وفى المقابل.. فإن تهجين السلالات المرباة داخليًّا معًا لا يتبعه — بالضرورة — أية زيادة فى قوة النمو. وينطبق ذلك على جميع القرعيات.

وبالرغم من ذلك.. فإن الأصناف الهجين أصبحت شائعة فى جميع القرعيات؛ لأنها تحقق عدة مزايا؛ منها: التجانس، وجمع الصفات السائدة المرغوبة معًا، فضلاً على أنها تحقق مرونة كبيرة فى برنامج التربية، وتحفظ للمربى حقوقه فى إنتاج البذور.. أضف إلى ذلك أن هجن القرعيات يتوفر لها جانب اقتصادى وعملى هام، وهو أن كل تهجين ينتج عنه عدة مئات من البذور، بينما تزرع القرعيات على مسافة واسعة؛ فلا تلزم لها كميات كبيرة من التقاوى.

وكثيرًا ما تكون سلالات القرعيات المستخدمة فى إنتاج الهجن ليست على درجة عالية من التربية الداخلية؛ ذلك لأن تلك السلالات لا تُكثر بالتلقيح الذاتى اليدوى، وإنما يكون ذلك بالتلقيح الطبيعى فى مكان منعزل؛ حيث تحدث تلقيحات كثيرة بين النباتات وبعضها البعض؛ بما يسمح باستمرار بعض الخلط الوراثى heterozygosity، حتى ولو كانت نباتات السلالة المكثرة قد أُنتجت من قبل بالتربية الداخلية لنباتات

مفردة لعدد محدود من الأجيال. وأحيانًا تستخدم أصناف مفتوحة التلقيح كآباء للهجن. ولذا.. فإن فقد قوة النمو لا يُعد عاملاً هامًّا فى إنتاج بذور عديد من هجن القرعيات.

وتجدر الإشارة إلى حدوث نسبة من التلقيح الذاتى الطبيعى فى جميع القرعيات؛ الأمر الذى يسمح للانتخاب الطبيعى بالتخلص من عديد من الآليلات الضارة، ويُعد ذلك أحد الأسباب فى عدم حدوث ضعف فى قوة نمو القرعيات عند تربيتها داخليًّا (Robinson ٢٠٠٠).

## إنتاج هجن القرعيات

### الاستفادة من ظاهرة العقم الذكرى فى إنتاج الهجن

تُعرف جينات متنحية مفردة تتحكم فى صفة العقم الذكرى فى جميع القرعيات المزروعة. ونظرًا لعدم توفر عوامل سيتوبلازمية يمكنها التفاعل مع أى من جينات العقم الذكرى، فإن السلالات عقيمة الذكر يتم إكثارها بتلقيح سلالات خصبة خليطة فى جين العقم الذكرى مع سلالات عقيمة الذكر أصيلة، مع استخدام الأخيرة كأمهات فى الإكثار. ينعزل النسل بنسبة ١:١ فى صفة العقم الذكرى؛ مما يستلزم التخلص من جميع النباتات الخصبة الذكر فى سلالات الأمهات عند إنتاج بذور الهجن. وفى البطيخ يرتبط الجين gms للعقم الذكرى بصفة خلو النمو الخضرى من الشعيرات؛ بما يسمح بإمكان التعرف على النباتات عقيمة الذكر فى طور البادرة.

ولقد ظل استخدام ظاهرة العقم الذكرى فى إنتاج هجن القرعيات محدودًا بسبب التكلفة العالية لعملية التخلص من النباتات الخصبة الذكر فى خطوط الأمهات، مع احتمالات بقاء بعضها دون التخلص منها؛ بما يعنى إمكان حدوث تلقيح ذاتى للسلالة الأم بدلاً من إنتاجها لبذور الهجن، وكذلك بسبب انخفاض محصول البذور، نظرًا لأنه يتم التخلص من ٥٠٪ من نباتات الأمهات.

ومن العيوب الأخرى لاستخدام ظاهرة العقم الذكرى فى إنتاج الهجن أنه يتعين الانتظار لحين إنتاج النباتات الخصبة الذكر لأزهارها ليمكن التعرف عليها قبل التخلص

منها؛ الأمر الذى قد ينتج عنه إنتاج بعض النباتات الخصبة الذكر لحبوب لقاح خصبة فى هذه المرحلة المتأخرة من النمو، قد تؤدى إلى إنتاج بذور غير هجين قبل التعرف عليها والتخلص منها.

كذلك فإن لبعض جينات العقم الذكرى تأثيرات ضارة؛ فهى قد تؤدى إلى نقص إنتاج البذور فى الخيار، كما أن نباتات الكنتالوب عقيمة الذكر تُنتج ثمارًا صغيرة الحجم.

ويقتصر الاستخدام الرئيسى لظاهرة العقم الذكرى — حاليًّا — على إنتاج هجن قرع الشتاء من النوع *C. maxima*، وإن كانت الظاهرة قد استُخدِمت فى إنتاج هجن البطيخ فى الصين.

## استخدامات منظمات النمو فى إنتاج هجن القرعيات

تُستخدم بعض منظمات النمو لتحفيز إنتاج الأزهار المؤنثة، وأكثرها استخدامًا فى إنتاج بذور هجن القرعيات الإثيفون، نظرًا لما يتميز به من طول فترة فاعليته؛ فعند معاملة نباتات سلالات أمهات الهجن فإنها تستمر فى إنتاج الأزهار المؤنثة فقط لفترة طويلة؛ بما يسمح بإنتاج بذور الهجن بالتلقيح المفتوح.

ففى الخيار.. أدت معاملة النباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن بالإثيفون فى طور البادرة إلى إنتاجها لأزهار مؤنثة فقط فى الثمانى عشرة عقدة الأولى منها، بينما أنتجت النباتات غير المعاملة عدة أزهار مذكرة عند كل عقدة.

هذا.. ولم تُفلح معاملة نباتات الخيار الـ andromonoecious (التى تنتج أزهارًا مذكرة وأزهارًا خنثى) بكل من الإثيفون والألار فى استخدامها كأمهات فى الهجن؛ ذلك أن المعاملة المزدوجة كان تأثيرها — فقط — فى منع تكوين الأزهار المذكرة، بينما بقيت الأزهار الكاملة على حالها واحتاجت إلى عملية الخصى، أما النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن التى أُعطيت المعاملة المزدوجة بالألار والإثيفون فقد أنتجت أزهارًا مؤنثة فقط لمدة وصلت إلى ثلاثة أسابيع، كانت خلالها صالحة لاستخدامها كأمهات للهجن.

وأدت معاملة النباتات الـ andromonoecious بالإثيفون إلى تحفيز اتجاهها نحو الأنوثة إلاّ النباتات كانت أزهارها كاملة بدرجات مختلفة من التدهور بالمتوك، ولم تُفلح زيادة تركيز الإثيفون المستخدم فى المعاملة فى التخلص التام من المتوك بالأزهار الكاملة؛ وبذا.. لم تُفلح المعاملة فى الاعتماد على تلك النباتات كأمهات للهجن دون خصى لأزهارها الكاملة.

كذلك أدت معاملة الإثيفون فى طور البادرة إلى دفع نباتات *C. pepo*، و *C. maxima*، و *C. moschata* إلى تكوين أزهار مؤنثة فقط لفترة ممتدة. وتكفى المعاملة بتركيز ٤٠٠–٦٠٠ جزء فى المليون من المادة الفعالة لإنتاج بذور هجن الكوسة. ويوصى بالمعاملة فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الرابعة إلى الخامسة، ثم تكرار المعاملة بعد ٧–١٠ أيام أخرى. وتكفى زراعة خط واحد من سلالات الآباء مقابل كل ١٠ خطوط من سلالات الأمهات المعاملة لأجل إنتاج بذور هجن الجيل الأول فى *C. pepo*.

وتتباين أنواع القرعيات فى مدى استجابتها لمعاملة الإثيفون، علمًا بأن الاستجابة تكون أعلى فى النباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن من الكوسة والخيار عما فى نباتات الكنتالوب والبطيخ. كما تزداد الفاعلية فى نباتات الكوسة القصيرة عما فى المدادة، ويقتصر استخدام الإثيفون حاليًا على إنتاج بذور الكوسة بصورة أساسية، وبدرجة أقل مع سلالات الأمهات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن من الخيار (Robinson ٢٠٠٠).

## طرق إنتاج بذور الهجن

نظرًا لأن حبوب لقاح القرعيات المزروعة جميعها لزجة ولا تنتقل بالهواء بأى درجة؛ فإن التلقيح يكون فيها – عادة – بواسطة الحشرات، وعند الاعتماد على الحشرات فى إنتاج بذور الهجن، فإن العوامل التى تؤثر فى نشاط الحشرات يكون لها أهميتها.

وعلى الرغم من أن النحل البرى عالى الكفاءة فى تلقيح نباتات الجنس *Cucurbita*، فإن تواجد تلك الحشرات يكون غالبًا محدودًا ولا يمكن أن يعوَّل عليه فى إنتاج الهجن.

ويُعد نحل العسل هو الملقح الوحيد الفعال فى إنتاج بذور جميع القرعيات المزروعة، وهو الذى يمكن توفيره بالأعداد الكافية.

يزور النحل أزهار الخيار المذكرة والمؤنثة لجمع الرحيق فقط، ونادرًا ما يجمع منها حبوب اللقاح. وبالمقارنة.. فإن النحل البرى والمنزرع يزور أزهار الجنس *Cucurbita* لجمع كل من الرحيق وحبوب اللقاح.

وفى دراسة أُجريت على الكنتالوب وُجد ارتباط بين عدد زيارات نحل العسل للأزهار وعدد البذور المنتجة.

تؤثر الممارسات الزراعية على نشاط النحل؛ فمثلاً كان للرى بالرش ولتواجد الماء الحر بالأزهار تأثير سلبى على نشاط النحل وعلى كل من عقد الثمار وإنتاج البذور، وكان نشاط النحل فى التلقيح أعلى عندما زُرع الكنتالوب على مصاطب مرتفعة عما إذا كانت زراعته بدون مصاطب.

ويزداد إنتاج هجن الخيار عند تبادل ٢,٥م من مصاطب النباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن (المصدر الوحيد لحبوب اللقاح) مع كل ١٢م من مصاطب النباتات الأنثوية gynoecious (الأمهات).

ويتعين عزل حقول إنتاج بذور مختلف أصناف النوع الواحد من الجنس *Cucurbita* عن بعضها البعض بمسافة لا تقل عن ١٥٠٠م، لكن يفضل أن تكون تلك المسافة خاصة بإنتاج بذور الأساس، مع تقليص مسافة العزل لنحو ١٠٠٠م فقط عند إنتاج البذور المعتمدة من مختلف القرعيات.

وتنخفض كثيرًا نسبة نجاح التلقيح اليدوى عن التلقيح الطبيعى؛ ففى دراسات مختلفة تباينت نسبة نجاح التلقيح اليدوى فى الكنتالوب بين ٥٪، و٧٠٪، وأمكن زيادتها إلى ٨٠٪ بتقليم النباتات على ساق رئيسية واحدة وفرعين جانبيين، مع قطع الميرستيمات القمية، كما أمكن زيادة نسبة نجاح التلقيح اليدوى بمعاملة الأزهار الملقحة

بأى من البنزيل أدنين benzyladenine، أو إندول حامض الخليك indoleacetic acid، أو أمينوإثوكسى فينيل جليسين aminoethoxyvinylglycine.

وفيما مضى.. كان يتم إنتاج بذور هجن الكوسة بإزالة جميع البراعم الزهرية المذكرة من نباتات الأمهات.

تُنتج بذور هجن الخيار باستخدام سلالات أنثوية كأمهات وسلالات وحيدة الجنس وحيدة المسكن كآباء، حيث تزرع خطوطهما معًا بنسبة ٣ : ١، على التوالى.

ويتم إكثار النباتات الأنثوية (الـ gynoecious) بمعاملتها بحامض الجبرلليك لدفعها لتكوين أزهار مذكرة، وتكون المعاملة لنباتات خط واحد من كل ثلاثة خطوط مع الاعتماد على النحل لإتمام التلقيح.

وفى كل من الخيار والكنتالوب يتحكم جين واحد فى إنتاج النباتات الأنثوية، ويتفاعل هذا الجين مع جين التعبير الجنسى andromonoecy لإنتاج نباتات ذات أزهار كاملة hermaphrodatic.

ولقد استخدمت سلالات الخيار الأنثوية على نطاق واسع فى إنتاج هجن الخيار، لكن لم يشع استخدامها فى إنتاج هجن الكنتالوب (عن Robinson ٢٠٠٠).

## تقنيات التكنولوجيا الحيوية واستخداماتها فى القرعيات

### مزارع الأنسجة

تُستخدم تقنيات مزارع الأنسجة فى القرعيات أساسًا لأجل المحافظة على الأجنة، وللتكاثر، ولتوليد الأجنة embryogenesis، والأعضاء organogenesis.

ولقد أمكن إنتاج نبيتات من تهجينات نوعية بواسطة مزارع الأجنة، وذلك فى الجنس *Cucurbita* (الهجينان: *C. pepo* × *C. moschata*، و *C. pepo* × *C. ecuadorensis*) والجنس *Cucumis* (الهجين: *C. metuliferus* × *C. zeyheri*).

هذا.. وتختلف الأصناف — بكل محصول من القرعيات — فى قدرتها على التنشئة regeneration من خلال مزارع الأنسجة. ولقد أمكن الحصول على أجنة من أنسجة نباتية

متباينة (مثل كالوس الأوراق، والسويقة الجنينية السفلى، وكالوس البروتوبلاست) إلاّ أن نموها إلى نباتات لم يكن ناجحًا دائمًا. وكانت الأوراق الفلقية والسويقة الجنينية السفلى هى أفضل نسيج للزراعة (explant) لأجل توليد الأعضاء، على الرغم من أن الأوراق والأنسجة الثمرية والأجنة استخدمت كذلك (عن Robinson & Decker–Walters ١٩٩٧).

هذا.. ويُعطى Jelaska (١٩٨٦) بيانًا بتقنيات مزارع الأجنة، ومزارع الكالوس ومزارع المعلقات، والتنشئة regeneration منها فى القرعيات.

كما يمكن الإطلاع على التباينات الوراثية للقرعيات التى تنشأ فى مختلف أنواع المزارع (مثل مزارع المتوك والمزارع المعلقة ومزارع البروتوبلاست)، ووسائل انتخابها وإكثارها فى Moreno & Roig (١٩٩٠).

ويعطى Wehner وآخرون (٢٠٠٧) تفاصيل استخدامات تقنيات مزارع الخلايا والأنسجة والأعضاء فى التحسين الوراثى للقرعيات.

## تقنيات الواسمات الوراثية

يمكن الرجوع إلى Maggos (١٩٩٩) للإطلاع على تفاصيل الواسمات الوراثية التى دُرست فى العائلة القرعية، والتقنيات التى استخدمت فى هذا الشأن، والتى شملت الواسمات المورفولوجية والجزيئية (البروتينية وواسمات الدنا).

كما قدَّمَ Wang وآخرون (٢٠٠٧) عرضًا شاملاً لجهود البيوتكنولوجى فى القرعيات، وخاصة فيما يتعلق بالخرائط الوراثية لمختلف أنواع الصفات البسيطة والكمية، والانتخاب المعتمد على الواسمات، والهندسة الوراثية.

## الفصل الثالث

# أساسيات تربية البطيخ

يعتبر البطيخ من أهم محاصيل العائلة القرعية، ويعرف – علميًّا – باسم *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai واسمه بالإنجليزية watermelon. والبطيخ هو الخريز فى العربية، ويعرف باسم حبحب فى السعودية، ودُلَّاع فى المغرب، ورقى فى العراق، وجحّ فى الإمارات، وزبس فى حلب.

## الموطن وتاريخ الزراعة

لا ينمو البطيخ – بريًّا – إلا فى المناطق الرملية الجافة من جنوب أفريقيا؛ خاصة فى صحراء كلاهارى Kalahari التى ينمو فيها طرازان من البطيخ يوجد بأحدهما مادة الكيوكربتسين Cucurbitacin المرة، بينما تخلو ثمار الطراز الآخر منها، ويعتبر الطرازان مصدرًا للغذاء والماء لمستوطنى المنطقة (Whitaker & Bemis ١٩٧٦).

وقد وُجد البطيخ مرسومًا على بعض الآثار المصرية القديمة، وعرفه بنو إسرائيل، وأطلقوا عليه أباتيكوم التى اشتق منها لفظة البطيخ، كما يقال أن كلمة البطيخ مشتقة من لفظة بتوك القبطية، وهذه الكلمة مشتقة من اللفظة المصرية القديمة بتوكا. وقد اشتق الاسم الفرنسى باستيك من كلمة بطيخ. وقد نقله الأوروبيون إلى أمريكا (عن سرور وآخرين ١٩٣٦).

## أنواع الجنس *Citrullus* والسيتولوجى والاستعمالات

اقترح L. H. Bailey عام ١٩٣٠ تقسيم البطيخ (الذى كان يُعرف بالاسم العلمى *Citrullus vulgaris*) إلى كلٍ من الصنف النباتى *lanatus* والصنف النباتى *citroides* الذى يتضمن السترون citron أو ما يُعرف باسم preserving melon، وهو الذى يتميز بقشرة ثماره الصلبة ولُبِّه غير الصالح للأكل وبذوره الخضراء أو الرمادية اللون.

كما أن الجنس *Citrullus* يمكن أن يُقسم حسب محتواه من الكيوكربتسينات؛ فتحتوى مجموعة من الأنواع القريبة من بعضها (*C. lanatus*، و *C. colocynthis* أو الـ Egusi الذى تؤكل بذوره، و *C. ecirrhosus*) على كيوكربتسين E، بينما يحتوى النوع *C. raudinianus* على الكيوكربتسين B، و E.

ويمكن للأنواع الأربعة أن تتلقح فيما بينها بدرجات متفاوتة. وقد أُرجع احتفاظ الأنواع بخصائصها إلى انعزالها الجغرافى واختلافها فى طبيعة إزهارها وإلى وجود اختلافات تركيبية فى كروموسوماتها.

**وحاليًّا.. يقسم الجنس *Citrullus* إلى الأنواع التالية:**

*C. lanatus* (= *C. vulgaris* سابقًا )

*C. ecirrhosus*

*C. colocynthis*

*C. rehmii*

ويدخل ضمن *C. lanatus* البطيخ المزروع (var. *lanatus*)، والطراز البرى ( var. *citroides*)

وينمو النوع *C. colocynthis* بريًّا، ويعرف باسم الحنظل البرى citron ويستخدم فى إنتاج العِقار colocynth، ويعرف النباتات المنتج له بنفس الاسم colocynth.

وأوضحت الدراسة المجهرية للهجين النوعى *C. lanatus* × *C. colocynthis* – وكذلك التهجين العكسى – أن الانقسام الاختزالى فى نباتات الجيل الأول الهجين طبيعى تمامًا، وأن النوعين يتهجنان معًا بحرية تامة (Sain وآخرون ٢٠٠٢).

وقد نشأت جميع أنواع الجنس *Citrullus* فى أفريقيا، إلاّ أن *C. colocynthis* ينمو بريًّا – كذلك – فى الهند. وقد تطور البطيخ من العشائر البرية من *C. lanatus* var. *citroides* التى يكثر تواجدها فى وسط أفريقيا. وللبطيخ تاريخ طويل للزراعة فى أفريقيا والشرق الأوسط، ويُعرف فى مصر منذ ما لا يقل عن ٤٠٠٠ عام.

وجميع أنواع الجنس *Citrullus* معمرة – فيما عدا البطيخ المزروع *C. lanatus*؛ فهو حولى، وجميعها – وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious، وفيها ٢ ن = ٢س : ٢٢ كروموسومًا (Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

وبالنسبة للسترون citron (أو الـ preserving melon) – وهو الذى يعرف بالاسم العلمى *C. lanatus* var. *citroides* – فإن قشرة ثماره تستخدم فى عمل المخلل والمربى، كما تستخدم الثمار فى تغذية الماشية. لُب الثمرة أبيض إلى أخضر باهت وطعمها قد يكون مُرًّا. البذور مختلفة الألوان، وقد يُعطى النبات الواحد أكثر من ١٠٠ ثمرة يوجد بكل منها أكثر من ٢٠٠ بذرة. وتستخدم بذورها بعد تحميصها كتسالى. ويعرف نبات السترون فى أفريقيا باسم egusi. هذا.. ويتلقح السترون بسهولة مع البطيخ؛ ولذا يلزم توفر مسافة عزل بين حقول إنتاج البذور فيهما.

هذا.. ويوجد نوعان آخران قريبان من الجنس *Citrullus*، هما: *Praecitrullus fistulosus* من الهند، و *Acanthiosiyos naudinianus* من جنوب أفريقيا (Wehner وآخرون ٢٠٠١).

## تداول أزهار البطيخ لأغراض التربية

### الأزهار، وبيولوجى التلقيح الطبيعى، والثمار والبذور

أزهار البطيخ صغيرة وأقل وضوحًا عن أزهار القرعيات الأخرى. يبدأ الإزهار بعد نحو ٨ أسابيع من الزراعة. ونبات البطيخ trimonoecous؛ حيث ينتج أزهارًا مذكرة، وأخرى كاملة، وثالثة مؤنثة – بهذا الترتيب – وتُعد الطرز وحيدة الجنس وحيدة المسكن (الـ monoecious) هى الأكثر شيوعًا، ولكن يوجد طرز andromonoecous (تُنتج أزهارًا مذكرة وأخرى كاملة)، وهو الطرز الذى يشيع تواجده فى الأصناف القديمة وفى السلالات التى جُمعت من بيئاتها الطبيعية. وتُعد نسبة ٧: ١ (مذكر: مؤنث) هى الأكثر شيوعًا فى أصناف البطيخ، ولكن النسبة تتراوح من ٤: ١ إلى ١٥: ١ (Wehner وآخرون ٢٠٠١).

توجد بنباتات البطيخ من صنفى جيزة ١، وشليان بلاك أزهار مذكرة، وأزهار خنثى على نفس النبات؛ أى إنها andromonoecious، بينما يوجد بنباتات معظم الأصناف الأمريكية أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة على نفس النبات؛ أى إنها وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious. وتختلف نسبة الأزهار المذكرة إلى الأزهار المؤنثة أو الخنثى من صنف لآخر، ولكنها تكون – غالبًا – فى حدود ٧: ١ كما أسلفنا.

تحمل الأزهار فردية فى آباط الأوراق، والزهرة صغيرة نسبيًّا. وتتكون الكأس من خمس سبلات، والتويج من خمس بتلات، لونها أصفر شاحب ضارب إلى الخضرة؛ والأسدية قصيرة، والمبيض سفلى، يحتوى على ثلاثة مساكن، والقلم قصير، ويتكون الميسم من ثلاث فصوص.

تتفتح أزهار البطيخ بعد شروق الشمس بنحو ساعتين، وتظل المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح طوال اليوم. يزور النحل أزهار البطيخ أثناء تفتح الأزهار؛ بغرض امتصاص الرحيق، وجمع حبوب اللقاح، ويتم التلقيح – أساسًا – بواسطة النحل، وهو تلقيح خلطى بطبيعته. ونادرًا ما يحدث تلقيح ذاتى فى الأزهار الخنثى؛ وذلك لأن حبوب اللقاح لزجة، ولا تنتقل إلى المياسم إلا بمساعدة الحشرات الملقحة.

ويجب أن يصل إلى فصوص الميسم نحو ١٠٠٠ حبة لقاح على الأقل، حتى يكون العقد جيدًا، ولا تكون الثمار مشوهة. ويمكن تحقيق ذلك بتوفير خلية نحل لكل فدان (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤، McGregor ١٩٧٦).

ولقد بلغت نسبة التلقيح الخلطى فى البطيخ ٣١٪ عندما كانت الزراعة على مسافة ٠,٣ × ١,٢ م، و٣٥٪ عندما كانت الزراعة على مسافة ٠,٦ × ١,٢م، وهى نسبة منخفضة. وقد استُخدم فى هذه الدراسة الجين المعلم السائد Sp الذى يتحكم فى صفة الأوراق والثمار المبقعة (Kumar وآخرون ٢٠١٣).

ولمزيد من التفاصيل حول التلقيح الخلطى الطبيعى فى البطيخ.. يُراجع Kumar & Wehner (٢٠١١).

هذا.. وتختلف أصناف البطيخ فى شكل ثمارها ولونها الخارجى والداخلى. الثمرة عبارة عن عنبة ذات قشرة صلبة (Pepo)، ويتكون معظم لب الثمرة من نسيج المشيمة. تحتوى الثمرة على نحو ٢٠٠–٢٥٠ بذرة، والبذور مبططة، وناعمة، يختلف لونها حسب الصنف.

## طريقة إجراء التلقيح الذاتى

عندما يُرغب فى تلقيح نبات ما ذاتيًا.. تنتخب – أولاً – الأزهار المؤنثة التى يراد تلقيحها قبل تفتحها بأربع وعشرين ساعة؛ أى فى اليوم السابق لتفتحها. تُغطى كل منها بكبسولة جيلاتينية (لا يوصى باستخدامها فى الجو الحار، لكى لا تتسبب فى رفع حرارة الزهرة إلى درجة غير مرغوبة)، أو بكيس ورقى صغير، وقد يربط التويج بخيط، أو تغلق الزهرة بـ "كلبس" سلكى (clip)، مع مراعاة إدخال التويج كله داخل "الكلبس"، وعدم الإضرار بمتاع أو طلع الزهرة.

تثبت علامات خشبية فى الأرض – مجاورة للأزهار المؤنثة المنتخبة – بحيث تكون ظاهرة أعلى النمو النباتى؛ لتسهل ملاحظتها فى اليوم التالى.

يلى ذلك المرور على نفس السيقان التى وجدت بها الأزهار المؤنثة المنتخبة؛ للبحث عن أزهار مذكرة تكون فى نفس العمر؛ أى يتوقع تفتحها فى اليوم التالى أيضًا. ويلزم التأكد من أن الزهرة المذكرة المنتخبة توجد على نفس النبات، وليست على نبات آخر بنفس الجورة أو جورة مجاورة، كما يجب أن تكون الزهرة المذكرة قريبة من الزهرة المؤنثة – قدر الإمكان – ليسهل العثور عليها. تغلق الأزهار المذكرة المنتخبة بنفس الطريقة التى استخدمت فى غلق الأزهار المؤنثة.

عند إجراء التلقيح الذاتى – فى صباح اليوم التالى – تُقطع الزهرة المذكرة الى يُراد استعمالها فى التلقيح، ويزال الغطاء من عليها، وتنزع سبلاتها وبتلاتها لإظهار جوانب المتوك؛ حيث توجد حبوب اللقاح (لا توجد حبوب اللقاح فى قمة المتوك، وإنما توجد فى جوانبها). يزال – فى الوقت نفسه – الغطاء من على الأزهار المؤنثة المنتخبة، ثم

تمرر متوك الزهرة المذكرة فوق ميسم الزهرة المؤنثة إلى أن يُغطى تمامًا بحبوب اللقاح. ويلى ذلك وضع علامة ورقية tag على عنق الزهرة المؤنثة الملقحة ذاتيًّا، تكتب عليه البيانات الضرورية لتمييزها عن غيرها. ويراعى ألا يزيد عدد التلقيحات بكل نبات على ٢–٣ تلقيحات؛ لكى تعقد الثمار، وتستكمل نموها بشكل جيد.

تغطى جميع الأزهار المؤنثة الملقحة ذاتيًّا بمجرد الانتهاء من عملية التلقيح؛ بنفس الطريقة التى استعملت فى إغلاق البراعم الزهرية فى اليوم السابق. ويراعى — فى حالة استعمال الكبسولات الجيلاتينية — عدم دفعها كثيرًا نحو المبيض؛ لكى لا تحد من نموه. يُزال الغطاء بعد ٥–٧ أيام من التلقيح، وتوضع علامة بالأرض بالقرب من الثمرة.

يراعى دائمًا غمس الملقط أو أى جزء من الأصابع — يتعرض لحبوب اللقاح — فى الكحول قبل كل تلقيح يختلف عن سابقه.

وبالنسبة للأصناف التى تحمل أزهارًا خنثى على نفس النبات (andromonoecious).. فإنها قد تُعامل بنفس الطريقة السابقة، أو يكتفى بإغلاق البراعم الزهرية للأزهار الخنثى، ثم استخدام طلعها — فى اليوم التالى — فى تلقيحها ذاتيًّا. ويراعى إمرار متوك الزهرة على ميسمها بنفس الطريقة السابقة؛ لأن حبوب اللقاح لزجة، ولا تنتقل — بمفردها — من متوك الزهرة إلى ميسمها إذا تركت الزهرة مغلقة.

هذا.. ويعد أنسب وقت لإجراء التلقيحات — سواء أكانت ذاتية أم خلطية، هو قبل الظهر. ونادرًا ما تجرى التلقيحات بعد الظهر، إلا إذا كان الجو باردًا بصورة غير طبيعية. والعادة هى أن تبدأ التلقيحات فى الثامنة صباحًا. وإذا كان الليل السابق باردًا.. فإن حبوب اللقاح قد يتأخر انتثارها بعض الوقت، ويلزم — فى هذه الحالة — البدء فى إجراء التلقيحات فى الكوسة، ثم البطيخ، فالخيار، فالقاوون. ويعزى السبب فى هذا الترتيب إلى أن القرعيات تقسم إلى ثلاث مجموعات — حسب درجة الحرارة التى تناسب انتثار حبوب لقاحها — (عن Whitaker & Davis ١٩٦٢) كما يلى:

| المحاصيل | أقل درجة ممكنة لانتشار حبوب اللقاح (°م) | الدرجة المثلى لانتشار حبوب اللقاح (°م) |
|---|---|---|
| الكوسة والقرع العسلى | ٩ — ١٠ | ١٠ — ١٣ |
| البطيخ والخيار والجركن | ١٤ — ١٥ | ١٨ — ٢١ |
| القاوون | ١٨ | ٢٠ — ٢١ |

## طريقة إجراء التهجينات

لا تختلف طريقة إجراء التهجينات — كثيرًا — عن طريقة إجراء التلقيح الذاتى؛ ففى الأصناف الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن.. تنتخب الأزهار المذكرة والمؤنثة من نباتات الآباء والأمهات — على التوالى — قبل تفتحها بأربع وعشرين ساعة، وتغلق، ويجرى التلقيح فى صباح اليوم التالى، ويعاد إغلاق الأزهار المؤنثة الملقحة كما سبق بيانه بالنسبة للتلقيح الذاتى.

أما فى الأصناف التى تحمل نباتاتها أزهارًا مذكرة وأزهارًا خنثى.. فإنه يلزم خصى الأزهار الخنثى لنباتات الأمهات قبل إغلاقها، ويكون ذلك قبل تفتح المتوك وانتثار حبوب اللقاح منها. ويُعد أفضل وقت لإجراء عملية الخصى هو صباح اليوم السابق لتفتح الزهرة؛ أى قبل تفتحها بأربع وعشرين ساعة. وتجرى عملية الخصى بفصل المتوك عن الزهرة بالملقط، ثم يتخلص منها بحك الملقط على إحدى أوراق النبات، بدلاً من استخدام الأصابع فى هذه العملية؛ حتى لا يضطر القائم بها إلى تعقيم يديه بعد كل تلقيح (Whitaker & Jagger ١٩٣٧).

ولمزيد من التفاصيل.. يلزم أولاً التعرف على البراعم المؤنثة التى يُتوقع تفتحها فى صباح اليوم التالى بعد ظهر اليوم السابق لذلك. ويعرف ذلك من بدء تلون تويج الزهرة باللون الأصفر مع استمرار تواجد ظل من الخضرة. يتم اختيار البراعم التى تقع بالقرب من القمة النامية لأحد الفروع. يجب أن يكون البرعم متماسكًا. وإذا كان البرعم رخوًا وبتلاته صفراء، فأغلب الظن أنه قد تفتح بالفعل وحدث التلقيح فيه، ثم أغلق التويج على الزهرة الملقحة، ومثل هذه الأزهار يتعين إزالتها، وكذلك أى زهرة أخرى مؤنثة

تكون قد تفتحت أثناء اختيار البرعم المناسب للتلقيح؛ لأجل تجنب فشل التلقيحات جرَّاء المنافسة على الغذاء المجهز. وبعد اختيار البرعم المناسب للتلقيح فى صباح اليوم التالى تتم حمايته من التلقيح الحشرى بالتكييس المحكم بوسيلة يسهل معها إزالة الغطاء لإجراء التلقيح اليدوى.

يتم كذلك بعد الظهيرة اختيار الأزهار المذكرة التى يُتوقع تفتحها فى صباح اليوم التالى؛ لأجل استخدامها فى التلقيح، وهى توجد — غالبًا — على العقدة الثانية أسفل البرعم المؤنث الذى تم اختياره، إلاّ أن ذلك التتابع قد لا يحدث فى الظروف البيئية غير العادية. وتتميز البراعم الزهرية المذكرة المناسبة بنفس صفات البراعم الزهرية المؤنثة المناسبة التى أسلفنا بيانها. تُجمع البراعم الزهرية المذكرة التى تم اختيارها فى نهاية اليوم ويُحتفظ بها على رمل رطب لحين استخدامها فى التلقيح صباح اليوم التالى.

تكون الأزهار المذكرة التى يحتفظ بها بتلك الطريقة مبكرة فى إنتاج حبوب اللقاح — فى صباح اليوم التالى — عن تلك التى تبقى فى الحقل، وذلك إذا حُفظت فى الضوء فى مكان دافئ. وكبديل لذلك.. يمكن جمع الأزهار المذكرة مبكرًا فى صباح يوم إجراء التلقيحات قبل أن تتفتح. وتفيد أى من الطريقتين فى إلغاء الحاجة إلى تكييس الأزهار المذكرة التى يتم اختيارها.

وإذا ما استخدمت سلالة andromonoecious كأم فإنه يتعين خصى الأزهار الكاملة التى سيُجرى تلقيحها، وذلك قبل تكييسها بعد ظهيرة اليوم السابق للتلقيح.

ويمكن التعرف على الأزهار التى تم اختيارها لإجراء التلقيحات بوضع أى علامة إلى جانبها، مثل أعلام بلاستيكية بألوان مختلفة، يمكن أن تبقى فى الحقل إلى جانب الزهرة الملقحة بعد التلقيح — كذلك — للاستدلال من اللون على تاريخ إجراء التلقيح.

يُجرى التلقيح — ذاتى أو خلطى — فى الصباح الباكر مع التأكد من انفراج بتلات الزهرة المؤنثة أو تبيَّن قرب حدوث ذلك، وإلاّ فإنها تؤجل للتلقيح فى صباح اليوم التالى. يلى ذلك قطف الزهرة المذكرة وإزالة غلافها، وإزاحة البتلات للخلف لإظهار

المتوك. وإن لم يتضح إنتاج الزهرة المذكرة لأى حبوب لقاح فإنها تُستبعد وتُستخدم زهرة أخرى مناسبة. ويتم حك سطح متوك الزهرة المذكرة المغطاة بحبوب اللقاح على ميسم الزهرة المؤنثة مع التأكد من تمام تغطيته بحبوب اللقاح، ثم تُكيس الزهرة الملقحة بحذر وتعلم بوضع علامة tag عليها. يُكتب على العلامة أرقام لوطات الأمهات والآباء، وإذا ما كان التلقيح ذاتى أم خلطى، وتاريخ التلقيح، مع كتابة بيانات الأم على اليسار وبيانات الأب على اليمين، وكذلك تُكتب الحروف الأولى لاسم من قام بإجراء التلقيح. يُوضع الـ tag على ساق النبات فوق الزهرة الملقحة مباشرة.

يجب إجراء التلقيح ما بين السادسة والنصف والسابعة صباحًا، وفى كل الأحوال قبل التاسعة صباحًا، وإلاّ فإن نسبة نجاح التلقيح سوف تنخفض كثيرًا بعد ذلك، حتى تصل إلى الصفر فى الحادية عشرة صباحًا.

هذا.. وتزرع خطوط أمهات وآباء الهجن بنسبة ١٠ : ١، مع زراعة بذور سلالة الأب مبكرة بنحو ٧-١٠ أيام عن موعد زراعة بذور سلالة الأم؛ لتأمين وجود أزهار مذكرة وقت إجراء التلقيحات. ويتم التخلص من نباتات سلالة الأب بعد الانتهاء من إجراء التلقيحات.

لا تجمع ثمار التلقيحات إلا بعد أن تُصبح زائدة النضج، مع استبعاد الثمار المصابة بالأمراض لتجنب تواجد مسببات مرضية تُحمل على البذور. كما أن تخمر ثمار بذور الهجن الثنائية لمدة ٢٤ ساعة قبل غسيل البذور منها يفيد فى التخلص الكامل من بكتيريا تلطخ الثمار.

وعند إنتاج بذور الهجن الثلاثية فإنه يتم التخلص من جميع الأزهار المذكرة التى تظهر على نباتات الأمهات الرباعية التضاعف لمدة ٣-٤ أسابيع، مع تعليم الثمار التى تظهر خلال تلك الفترة، وهى التى تُنتج من تلقيحات مع سلالة الأب الثنائى التضاعف، وتكون بذورها ثلاثية التضاعف (عن Rhodes ٢٠٠٠).

## العقم الذكرى

تتوفر عدة جينات للعقم الذكرى فى البطيخ، وبالرغم من ذلك.. فإن جميع هجن البطيخ تنتج — حاليًا — بطريقة التلقيح اليدوى.

**ومن أمثلة جينات العقم الذكرى المعروفة ما يلى:**

١- جين متنح للعقم الذكرى يجعل أوراق النبات ملساء glabrous male sterile، ويعطى الرمز (gms). ويعتبر هذا الجين معلمًا لصفة العقم الذكرى (عن Duvick ١٩٦٦).

٢- جين متنح آخر يتوفر فى السلالة الصينية G17AB، يعطى الرمز (ms)، وليس له أية تأثيرات مورفولوجية أخرى على النبات، باستثناء أن الأزهار المذكرة للنباتات العقيمة الذكر تكون صغيرة جدًّا (Zhang & Wang ١٩٩٠).

وقد أوضحت دراسة وراثية (Murdock وآخرون ١٩٩٠) أن هذا الجين ليس آليليًا للجين gms.

٣- لقد عُرِفت صفة العقم الذكرى فى عدة سلالات طفرية من البطيخ، ومنها الجين ms-1 الذى يتحكم فى إنتاج متوك صغيرة تفشل فيها حبوب اللقاح فى إكمال نموها، والجينات ms-2 و ms-dw، والجين gms. والأخير يتسبب فى فشل الكروموسومات فى الانقسام الاختزالى الطبيعى، ويتسبب — إلى جانب إحداثه للعقم الذكرى — فى غياب الشعيرات من الأوراق (عن Gusmini & Whener ٢٠٠٦).

وقد أمكن الجمع بين جين العقم الذكرى ms وجين تأخر اخضرار البادرة delayed green seedling (كجين مُعَلِّم) الذى يأخذ الرمز dg. حُصل على الجين الأخير من السلالة Pale 90 التى يتأخر اخضرار بادراتها؛ حيث تكون أوراقها الفلقية صفراء اللون، وتكون أوراقها الحقيقية الأولى خضراء شاحبة اللون. هذا مع العلم أن الصفتين مستقلتان فى وراثتهما (Zhang وآخرون ١٩٩٦).

كما أمكن بالتهجين الرجعى نقل صفة البادرة البيضاء ja من نبات من الصنف Dixielee خليط فى الصفة إلى سلالة البطيخ عقيمة الذكر G17AB (Zhang وآخرون ١٩٩٦).

٤- فى دراسة أُجريت على سلالة من البطيخ متقزمة وعقيمة الذكر، وُجد أن صفة العقم الذكرى بها يتحكم فيها جين واحد متنح، بينما يتحكم فى صفة التقزم جين آخر متنحٍ،

أُعطى الرمز dw-3، تمييزًا له عن جينات التقزم الأخرى التى سبق التعرف عليها (dw-1، و $dw\text{-}1^s$، و dw-2) والذى يختلف عنها. هذا وتبلغ النباتات الحاملة للجين dw-3 ١,٥م طولاً وتقل فيها فصوص الورقة عما فى أوراق النباتات العادية، ويمكن التعرف عليها فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الثانية إلى الثالثة. ولم تكن طفرة العقم الذكرى قادرة على إنتاج أية حبوب لقاح خصبة (Huang وآخرون ١٩٩٨).

٥- وُجد فى نسل صنف البطيخ الهجين Chunlei — الذى كان قد عُرِّض مرتين لأشعة جاما — نباتًا كان عقيمًا ذكريًّا وأنثويًّا، وتحكم فى تلك الصفة جين واحد متنحٍ، وقد وجد أن مردها كان إلى أن الانقسام الاختزالى لم يكن طبيعيًّا فى كل من الخلية الأمية لحبة اللقاح والخلية الأمية للكيس الجنينى (Zhang وآخرون ٢٠١٢).

## مضاعفة كروموسومات البطيخ

يلجأ المربى إلى مضاعفة كروموسومات البطيخ عند إنتاج البطيخ اللابذرى باستعمال الكولشيسين ومركبات كيميائية أخرى.

**وتعرف عدة طرق لإحداث التضاعف الكروموسومى فى البطيخ، كما يلى:**

١- تمكن Green & Stevenson (١٩٦٢) من تحقيق ذلك بإضافة عدة نقاط من محلول كولشيسين بتركيز ٠,٠٢٪ إلى القمم النامية للنباتات يوميًا. تبدأ المعاملة عندما تكون النباتات فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الثالثة إلى الرابعة، وتستمر لمدة ٤-٥ أيام.

٢- كذلك ضاعف Tyurinaz (١٩٧٠) كروموسومات البطيخ بنقع البذور فى محلول كولشيسين بتركيز ٠,٠٢ — ٠,٠٥٪ لمدة ٣٤ ساعة، وقد أعطت هذه المعاملة من النباتات المتضاعفة نسبة أعلى من الطريقة السابقة.

٣- أعطت معاملة القمة الخضرية النامية لبادرات البطيخ باللانولين المخلوط به الكولشيسين أعلى معدل من النباتات الرباعية التضاعف؛ حيث أنتجت ٦١٪ منها

نباتات متضاعفة، بينما أعطت معاملة تنقيط محلول الكولشيسين على القمة الخضرية النامية ٥٢٪ نباتات متضاعفة (Tan وآخرون ١٩٩٥).

٤- وعندما جُربت المعاملة بالداى نيتروأنيلينين dinitroanilines: الـ ethalfuralin، والـ oryzalin لأجل مضاعفة كروموسومات البطيخ — مقارنة باستعمال الكولشيسين — وجد أن الـ ethalfluralin بتركيز ١٠ ميكرومول أدى إلى إحداث تضاعف رباعى فى براعم البطيخ فى خلال تسعة أيام من المعاملة، بينما لم يُحدث الـ oryzalin مثل هذا التأثير سوى عندما استُعمل بتركيز ٥٠ ميكرومول. ونظرًا لأن إحداث الكولشيسين للتضاعف كان أبطأ من إحداث الداى نيتروأنيلينين لها، إضافة إلى كونه أكثر سُمية وأكثر تكلفة؛ فإنه يفضل استخدام هذين الداى نيتروأنيلينين فى إحداث التضاعف، كما يُفضل استعمال الـ ethalfluralin بالذات لأنه يُحدث تأثيره عند استعماله بتركيز يقل كثيرًا عن التركيز الذى يلزم استخدامه من الـ oryzalin، مع تساويهما فى التكلفة (Li وآخرون ١٩٩٩).

**وتؤدى مضاعفة كروموسومات البطيخ إلى إحداث التأثيرات التالية:**

١- يزداد حجم الزهرة والأجزاء الزهرية المختلفة بزيادة مستوى التضاعف من الحالة الثنائية (٢س) إلى الثلاثية (٣س)، فالرباعية (٤س).

٢- تصبح الثمار أكثر ميلاً إلى الاستدارة، مع الزيادة التدريجية فى مستوى التضاعف؛ فإذا كانت ثمار النباتات الثنائية التضاعف بيضاوية الشكل.. فإنها تصبح كروية فى النباتات الرباعية التضاعف، بينما تكون ثمار النباتات الثلاثية التضاعف وسطًا بينهما (Green & Stevenson ١٩٦٢).

تتطلب دراسات مضاعفة الكروموسومات الفحص المجهرى لهذه الكروموسومات؛ للتأكد من عددها والتعرف على مستوى التضاعف بها؛ الأمر الذى يتطلب إعداد تحضيرات مجهرية خاصة لهذا الغرض.

وللتعرف على التفاصيل العملية لإعداد هذه التحضيرات.. يمكن الرجوع إلى Sko-rupska & Allgood (١٩٩٠) اللذين قدما طريقة مبسطة لذلك، تعتمد على فحص الكروموسومات — أثناء الطور الاستوائى للانقسام الميتوزى — فى القمم النامية لجذور بادرات البطيخ التى عمرها ٣–٤ أيام، مع معاملتها بمركب بارا–داى كلوربنزين Para-dichlorobenzene — الذى يعمل على فرد الكروموسومات — والصبغ بصبغة الفيلوجين Feulgen's stain، ثم بصبغة الأسيتوكارمن aceto-carmine stain. وتظهر الكروموسومات فى هذا التحضير بلون أرجوانى قاتم فى خلفية من السيتوبلازم الرائق.

## تأثير التضاعف على الـ TSS فى البطيخ

وُجد لدى مقارنة صفات الجودة فى البطيخ الثنائى التضاعف (٢ن)، والثلاثى التضاعف ذاتيًّا aututriploids (٣ن)، والرباعى التضاعف ذاتيًّا autotertraploids (٤ن) أن نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS) فيها كانت ٩,٥٪، و ١٠,٢٪، و ١٠,٥٪، على التوالى، وأن حالة التضاعف الثلاثى لم تكن الأعلى فى محتوى الليكوبين (Davis وآخرون ٢٠١٣).

# وراثة الصفات فى البطيخ

## قوائم الجينات

عرض Guner & Wehner (٢٠٠٣، و ٢٠٠٤) قائمة كاملة بجينات البطيخ التى كانت معروفة حتى عام ٢٠٠٣ — وعددها ١٦٣ جينًا — والصفات التى تتحكم فيها، ووراثتها. وقد قُسِّمت قائمة الجينات إلى مجموعات خاصة بطفرات كلٍ من: البذور والبادرات، والنمو الخضرى، والأزهار، والثمار، والمقاومات، والأيزوزيمات، وواسمات الدنا (الـ RFLP، و RAPD)، والجينات المعزولة cloned.

## صفات النمو الخضرى

### شكل الورقة

توجد طفرة من البطيخ ذات أوراق غير مفصصة، وهى صفة بسيطة يتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز n1؛ لأن صفة الورقة المفصصة سائدة جزئيًّا على صفة الورقة غير

المفصصة. يعتبر هذا الجين جينًا معلمًا جيدًا؛ لأن الصفة تظهر ابتداء من الورقة الحقيقية الثالثة بالبادرة. أما الورقتان الحقيقيتان الأولى والثانية.. فإنهما تكونان – غالبًا – غير مفصصتين أيا كان التركيب الوراثى للنبات.

## لون الأوراق الفلقية والحقيقية

ظهرت بصنف البطيخ Dixielee طفرة "اخضرار واصفرار النباتات" الصغيرة juvenile albino، التى يتحكم فى وراثتها الجين المتنحى ja. تكون السويقة الجنينية السفلى والأوراق الصغيرة الحديثة والقمة الخضرية النامية والمحاليق والأزهار على الساق الرئيسى لنباتات هذه الطفرة ألبينو (بيضاء اللون) فى بداية الربيع، وتدريجيًّا .. تكتسب الأجزاء الداخلية من الأوراق الألبينو لونًا أخضر، بينما تستمر الحواف ألبينو. وتكون قشرة ثمار الطفرة مرقشة. أما نمو نباتات الطفرة، فإنه يكون ضعيفًا بشدة فى الربيع المبكر، على الرغم من أنها تنمو بصورة طبيعية فى الصيف، وتنتج ثمارًا بحجم طبيعى تقريبًا. وقد وُجد أن الجين ja يختلف عن الجين dg المسئول عن صفة الاخضرار المتأخر delayed green، التى تتوفر فى سلالات أخرى. وتبين أن تمثيل الكلوروفيل وتراكمه فى نباتات الطفرة ja يقل بشدة فى ظروف النهار القصير. كما هو الحال فى بداية الربيع – وأن زيادة الفترة الضوئية من ٨ إلى ١٥ ساعة – كما يحدث صيفًا– يؤدى إلى زيارة الوزن الطازج للنباتات ومحتواها الكلوروفيلى فى الطفرة عما فى النباتات العادية (Zhang وآخرون ١٩٩٦).

ويوجد جين متنح واحد ذو تأثير متعدد؛ حيث يجعل الأوراق المسنة صفراء اللون، ويؤدى إلى ظهور اصفرار فى اللون الخارجى للثمار المكتملة النضج، ويضعف من نمو النباتات ويأخذ الجين الرمز go؛ نسبة إلى اللون الذهبى golden المميزة لهذه الطفرة.

## المحاليق

اكتشفت طفرة من البطيخ بدون محاليق tendrilles، وتبين أنها صفة بسيطة ومتنحية، وقد أعطى الجين المسئول عنها الرمز tl (Rhodes ١٩٩٩).

## الساق

اكتشفت طفرة من البطيخ كانت ذات سلاميات قصيرة ونمو متقزم يتراوح من ٤٥– ١٨٠ سم، وتبين أنها صفة وراثية بسيطة متنحية، وأعطى الجين الذى يتحكم فيها الرمز dw-1. كما اكتشفت طفرة أخرى متقزمة مماثلة بسيطة متنحية فى وقت لاحق، ولكنها تميزت بكثرة التفرعات من قاعدة النبات. وبتلقيح نباتات الطفرتين معًا.. كانت نباتات الجيل الأول عادية؛ مما يدل على أن الجينين المسئولين عن الطفرتين غير آليلين، وانعزلت نباتات الجيل الثانى بنسبة ٩: ٣: ٣: ١؛ حيث كانت سلاميات النباتات المتنحية الأصيلة فى الطفرتين (dw-1 dw-1 dw-2 dw-2) أقصر من سلاميات أى من الطفرتين، وكانت نباتات هذه الفئة متأخرة فى النضج عنهما كذلك. وقد اقترح استخدام نباتات كهذه فى حدائق الخضر المنزلية، وفى الزراعات الكثيفة لغرض الحصاد الآلى (Mohr & Sandhu ١٩٧٥)، كما أُدخل الجينان معًا فى صنف جديد هو Kengarden.

ويمكن انتخاب أى من الطفرتين بسهولة فى طور البادرة؛ لأن طول السويقة الجنينية السفلى لنباتاتها يكون – تقريبًا – نصف طول السويقة الجنينية السفلى للنباتات العادية. وبينما يلزم شتل بادرات النباتات الطبيعية فى خلال أيام قليلة من الإنبات، فإن بادرات النباتات الأصيلة فى الطفرتين يمكن شتلها بعد عدة أسابيع من زراعتها (Mohr ١٩٨٦).

هذا.. ويمكن الحصول على النمو الخضرى المتقزم dwarf بأى من أربعة جينات متنحية، هى: dw-1، وdw-2، و dw-3، و ms-dw. ويكون مرد التقزم فى البطيخ إما إلى قِصر السلاميات مثلما فى الطفرة dw-1، وإما إلى انخفاض عدد السلاميات مثلما فى الطفرة dw-2.

هذا.. ويضعف التفريع عند العقد السفلى للساق الرئيسية بفعل الجين bl (عن Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧، و Gusmini & Wehner ٢٠٠٦).

وكان قد اكتشفت طفرتين متقزمتين dwarf فى البطيخ، يتحكم فى كل منهما جين واحد متنحٍ، أعطيتا الرمزين dw-1، و dw-2. وفى كلتا الطفرتين كان مرد التقزم — أساسًا — إلى قِصر طول السلاميات، وبدرجة أقل إلى انخفاض فى عددها مقارنة بالنباتات العادية. وكان مرد التقزم فى الطفرة dw-1 إلى انخفاض فى أعداد خلايا السلاميات وقصرها عما فى النباتات العادية، وفى الطفرة dw-2 إلى انخفاض فى عدد الخلايا فقط (Liu & Loy ١٩٧٢).

## صفات الجنس فى البطيخ

يتحكم زوج واحد من الآليلات فى تعبير الجنس فى البطيخ، هما الآليل A الذى يتحكم فى صفة النباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious، (التى تحمل أزهارًا مذكرة وأخرى مؤنثة) وتركيبها الوراثى AA، والآليل a الذى يتحكم فى صفة النباتات الـ andromonoecious (التى تحمل أزهارًا مذكرة وأخرى خنثى) وتركيبها الوراثى aa. تحفز كلتا الصفتين التلقيح الخلطى، وإن كانتا لا تمنعان إمكان حدوث التلقيح الذاتى، وخاصة فى حالة النباتات الـ andromonoecious (عن Kumar & Wehner ٢٠١١).

وتختلف حالة الجنس عن النسبة الجنسية (نسبة الأزهار المذكرة إلى الأزهار المؤنثة أو الخنثى) التى تختلف باختلاف الصنف. وبينما تكون النسبة ٧: ١ أو أكبر من ذلك فى معظم الأصناف.. فإنها تضيق إلى ٣: ١ فى بعض السلالات؛ الأمر الذى يفيد عند تربية أصناف تناسب الحصاد الآلى.

تُعد صفة الـ andromonoecy (وجود أزهار مذكرة وأزهار كاملة) فى البطيخ غير مرغوب فيها فى برامج التربية؛ نظرًا لأنها تستوجب إجراء عملية الخصى عند إجراء التهجينات ولقد أمكن التعرف على QTL ترتبط بالتعبير الجنسى فيما يتعلق بنسبة كل من الأزهار المذكرة والمؤنثة والخنثى، وكذلك نسبة الأزهار المؤنثة من الأزهار الكلية (المؤنثة + الخنثى) فى النباتات الـ gynomoecious (Prothro وآخرون ٢٠١٣).

ولا يُعرف فى البطيخ حالات الـ gynoecoy والـ parthenocarpy، بعكس الخيار الذى يمكن أن تُنتج فيه ثمار عديمة البذور من نباتات أنثوية gynoecous وبكرية العقد parthenocarpic إذا ما زُرِعت فى معزل عن حبوب لقاح الخيار.

ولقد وجد أن معامل توريث عدد الأيام حتى ظهور أول زهرة مذكرة كان ٠,٤٣، وحتى ظهور أول زهرة مؤنثة ٠,٢٣ ومدة ظهور الأزهار المؤنثة والمذكرة معًا ٠,١٠، وتحكم فى موعد الإزهار عدد قليل من الجينات (كانت الصفة oligogenic)، وتبين وجود QTL رئيسية ثابتة على الكروموسوم ٣ مسئولة عن نحو ٥٠٪ من التباينات المظهرية فى عدد الأيام حتى ظهور أول زهرة مذكرة وأول زهرة مؤنثة؛ كما أمكن التعرف على ثلاث QTLs أخرى ترتبط بعدد الأيام حتى التزهير (مذكر ومؤنث) وعدد أيام التزهير المشترك على الكروموسومات ٢، و ٣، و ١١ (McGregor وآخرون ٢٠١٤).

هذا.. وليس للعوامل البيئية تأثيرًا على طُرز الجنس، ولكنها تؤثر فى التعبير الجنسى (على الأزهار المفردة)، حيث يزداد إنتاج الأزهار المؤنثة فى الربيع عما فى الخريف؛ بما يعنى أن الفترة الضوئية القصيرة والحرارة المنخفضة يحفزان تكوين الأزهار المؤنثة فى البطيخ.

وفى تلقيح بين السلالة الـ andromonoecious (التى تحمل أزهارًا مذكرة وأخرى كاملة) SL3H أو AKKZW والسلالة وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious (التى تحمل أزهارًا مذكرة ومؤنثة)، وتلقيح آخر بين السلالة XHBGM (الـ gynomonoecious) والسلالة XHB (الـ monoecious)، وتلقيح ثالث بين السلالة HBGM الأنثوية والسلالة SL3H (الـ andromonoecious) تبين من انعزال نباتات الجيل الثانى والتهجينات الرجعية وجود ثلاثة آليلات متنحية، هى a لصفة الـ andromonoecious، و gy لصفة الـ gynoecious، و tm لصفة الـ trimonoecious (يحمل النبات أزهارًا مذكرة ومؤنثة وكاملة) تتحكم فى طرز الجنس فى البطيخ، مع تفوق الآليل a على الآليل tm.

**وقد اقتُرحت التراكيب الوراثية التالية لمختلف الطرز الجنسية فى البطيخ (Ji وآخرون ٢٠١٥):**

| التركيب الوراثى | الطراز الجنسى | أنواع الأزهار التى يحملها النبات الواحد |
|---|---|---|
| A- Gy-Tm- | monoecious | مذكرة ومؤنثة |
| A- Gy- tmtm | trimonoecious | مذكرة ومؤنثة وخنثى (كاملة) |
| aa Gy- Tm- أو aa Gy- tmtm | andromonoecious | مذكرة وخنثى (كاملة) |
| A- gygy Tm- | gynoecious | مؤنثة |
| A- gygy tmtm | gynomomonoecious | مؤنثة وخنثى (كاملة) |
| aa gygy Tm- أو aa gygy tmtm | hermaphroditic | خنثى (كاملة) |

وعلى الرغم من أن الإثيلين يلعب دورًا فى تحفيز تكوين البراعم الزهرية المؤنثة وإيقاف تكوين الأسدية فى الأزهار المؤنثة فى كلٍ من الخيار والكنتالوب والكوسة، فإن له تأثير فى تحفيز الاتجاه نحو تكوين الأزهار المذكرة والتأثير على التعبير الجنسى فى اتجاه الذكورة فى البطيخ. وعلى خلاف ما يحدث فى أنواع القرعيات الأخرى، فإن الاثيلين يؤخر التحول نحو تكوين الأزهار المؤنثة، ويقلل عدد الأزهار المؤنثة المتكونة /نبات فى البطيخ.

وتُعد صفة تكوين الأزهار المذكرة والمؤنثة على النبات الواحد (الـ monoecy) فى البطيخ غير ثابتة فى ظروف الحرارة العالية؛ حيث تتحول نسبة كبيرة من الأزهار المؤنثة إلى خنثى حينما ترتفع الحرارة إلى ٣٠°م. ويحدث ذلك جراء انخفاض فى إنتاج الإثيلين فى البراعم الزهرية قبل تعيين الجنس. وفى الواقع فإن الحرارة العالية تقلل إنتاج الإثيلين فى القمم الخضرية النامية، كما تُنتج الأزهار الخنثى كميات من الإثيلين أقل جوهريًّا مما تنتجه الأزهار المؤنثة.

كذلك يمكن تحقيق التحول من الأزهار المؤنثة إلى الخنثى بالمعاملة بمثبط الإثيلين AVG؛ بما يعنى أن براعم البطيخ الزهرية الأنثوية تحتاج إلى حدٍ أدنى من الإثيلين لإكمال

تطور نموها الطبيعى. وتبين من نتائج المعاملة بالإثيلين وبالـ AVG أن الإثيلين يؤخر حث وإنتاج الأزهار المؤنثة (Cecilia وآخرون ٢٠١٤، و Manzano وآخرون ٢٠١٤).

## صفات الثمار

عندما تكون النباتات أصيلة متنحية فى الآليل e (لصفة القشرة المتفجرة explosive rind) تكون قشرة الثمرة نحيفة ورقيقة وتتفجر عند قطعها. ويتحكم الجين f فى ظهور سطح الثمرة بأخاديد furrowed. أما شكل الثمرة المطاول مقابل الشكل الكروى فيتحكم فيه الجين O.

يُسود لون الثمرة الخارجى الأخضر الداكن ($g^+$)، ويحدد آليلان آخران عند الموقع g اللون الأخضر الفاتح (g)، والأخضر المخطط ($gs^+$). ويتحكم فى الترقش الأخضر بجدار الثمرة الخارجى mottling الآليل m، والخطوط الدقيقة pencilled lines الآليل p. أما الثمرة المكتملة النمو الذهبية اللون golden، واللون الأخضر الضارب للصفرة فى الأوراق المسنة فيتحكم فيهما الجين go (Robinson & Decker–Walters ١٩٩٧).

وقد اقتُرِحت سلسلة من الآليلات عند الموقع الجينى g لتفسير نظام تلون قشرة ثمرة البطيخ. تتضمن هذه السلسلة الآليل G المتحكم فى اللون الأخضر الوسطى أو الداكن، والآليل $g^w$ المتحكم فى الخطوط العريضة (التخطيط العريض)، والآليل $g^m$ المتحكم فى الخطوط المتوسطة فى العرض، والآليل $g^N$ المتحكم فى الخطوط الضيقة، والآليل g المتحكم فى اللون الأخضر الفاتح المتجانس أو الرمادى. وتكون السيادة فى هذه السلسلة، كما يلى: $g < g^N < g^M < g^W < G$؛ أى إن أعلى درجة من السيادة للآليل G.

واقتُرِحت سلسلة أخرى من الآليلات عند الموقع الجينى ob خاصة بشكل الثمرة، وهى: الآليل $Ob^E$ المتحكم فى شكل الثمرة الطويلة وهو أكثر الآليلات سيادة، والآليل $Ob^R$ المتحكم فى شكل الثمرة الكروى (وهو غير الجين o للثمرة الكروية)، والآليلob المتحكم فى شكل الثمرة المستطيلة oblong، وهو أكثر الآليلات تنحيًّا.

ويُقترح الجين csm للتخطيط الواضح الحافة كما فى الصنف Red-N-Sweet، وهو متنحٍ مقابل الجين Csm المتحكم فى التخطيط غير الواضح الحافة كما فى الصنف Crimson Sweet (Lou & Wehner ٢٠١٦).

يتحكم الآليل السائد Wf فى لون لُب الثمرة الأبيض، ويعد هذا الجين متفوق على جين اللب الأصفر، بينما يكون التركيب الوراثى المتنحى فى الجينين ذا لب أحمر اللون. ويُنتج الآليل C لب ثمرى أصفر كنارى canary. ويُعد اللب الأصفر الذى يكون مرده للجين y متنحيًّا مقابل اللب الأحمر $y^+$. كما يُعد آليل آخر للب البرتقالى اللون ($y^o$) متنحيًّا مقابل الجين $y^+$، ولكنه سائد على الآليل y. ويثبط الآليل su مرارة الثمار (عن Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

كما وُجد أن صفة مرارة الثمرة التى تتميز بها ثمار النوع *C. colocythis* يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Bi، يرتبط بواسمة الأيزوزيم Pgm-1 على مسافة ١١,٣ سنتى مورجان.

كما وُجد أن ظهور اللون الأحمر فى لب الثمرة يتحكم فيه جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز red، يرتبط بالأيزوزيم Gdh-2 على مسافة ١٢,٨ سنتى مورجان.

وتتواجد مواقع كلتا الواسمتين والجينين فى المجموعة الارتباطية ٣ (Navot وآخرون ١٩٩٠).

وتتوفر صفة لون اللب الأبيض فى سلالة البطيخ PI 296341-FR (وهى تنتمى لـ *C. lanatus* var. *citroides*). وقد وجد أن التركيب الوراثى الخاص باللون فى تلك السلالة هو: WfWf BB، بينما التركيب الوراثى للون الداخلى الأحمر (فى صنف البطيخ الصينى 97103) هو: wfwf bb. وقد أمكن تحديد موقع هذين الجينين فى المجموعتين الكروموسوميتين 2، و 4، علمًا بأن الجين b هو الذى يتحكم فى تكوين اللون الأحمر، وأن Wf هو جين محوِّر يقع على الكروموسوم 2 (Jie وآخرون ٢٠١٤).

هذا.. ويلعب التأثير المصنف للجينات دورًا هامًّا فى التعبير عن وزن الثمرة، وسمك القشرة، ومحتوى الثمرة من السكر، بينما تورَّث صفة شكل الثمرة كصفة ذات سيادة غير تامة (Gvozdanovic–Varga وآخرون ٢٠١١).

## صفات البذور

يتحكم التفاعل بين آليلات لعدة جينات فى لون ونظام تلون الغلاف البذرى، ومنها الآليلات: d (للغلاف البذرى المنقط dotted)، و r (الأحمر)، و t (الأسمر الضارب للصفرة tan)، والأبيض (w). ويتحكم فى حجم البذرة الجين l (للبذرة الطويلة long)، و s (للبذرة القصيرة)، وجين ثالث (X). وتُعرف خمسة جينات تتحكم فى تركيب بروتين البذور، هى: Spr-1، و Spr-2، و Spr-3، و Spr-4، و Spr-5 (عن Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

## جينات المقاومة للأمراض والآفات

من بين جينات المقاومة للأمراض والآفات فى البطيخ، ما يلى:

| الجين | المرض أو المسبب المرضى أو الآفة التى يُقاومها الجين |
|---|---|
| Ar-1 | السلالة 1 من فطر الأنثراكنوز |
| Ar-2 | السلالة 2 من فطر الأنثراكنوز |
| Db | لفحة الساق الصمغية |
| Fo-1 | السلالة 1 من الذبول الفيوزارى |
| Pm | القابلية للإصابة بالبياض الدقيقى |
| Zym | فيرس موزايك الزوكينى الأصفر |
| Af | خنفساء القرع العسلى الحمراء |
| Fwr | ذبابة الثمار |

(عن Robinson & Decker –Walters ١٩٩٧).

## دراسات التكنولوجيا الحيوية

### الخرائط الكروموسومية الجزيئية ودراسات الواسمات الوراثية

يُذكر إنه لم يتم التعرف على أى مجموعات ارتباطية بين الجينات فى البطيخ حتى عام ٢٠١٤، على الرغم من إنه تم التعرف على عدة مجموعات ارتباطية فى كل من الخيار والكنتالوب؛ وربما كان مرد ذلك إلى زيادة عدد كروموسومات البطيخ وصغر أحجامها مقارنة بما فى الخيار والكنتالوب. هذا إلا إنه تُعرف سلاسل لعدة آليلات عند عدة مواقع جينية كتلك التى تتحكم فى لون القشرة، وفى لون اللب، وحجم البذرة (Wehner ٢٠١٤).

لقد أمكن عمل خريطة ارتباطية جزيئية للبطيخ تتضمن ٨٧ واسمة RAPD، و ١٣ واسمة ISSR، و ٤ واسمات SCAR تغطى ١٠٢٧,٥ سنتى مورجان، بمتوسط مسافة ١١,٧ سنتى مورجان بين كل واسمتين (Zhang وآخرون ٢٠٠٤).

كما أمكن عمل خريطة ارتباطية جزيئية أخرى للبطيخ تحتوى على ٣٦٠ من واسمات الدنا المختلفة (AFLP، و SSR، و ISSR، و RAPD، و SRAP) موزعة على ١٩ مجموعة ارتباطية، وتغطى مسافة وراثية قدرها ١٩٧٦ سنتى مورجان، بمتوسط مسافة بين الواسمات قدره ٥,٨ سنتى مورجان (Levi وآخرون ٢٠٠٦).

وأمكن عمل خريطة جزيئية للبطيخ بتقنية الـ single-nucleotide polymorphism (اختصارًا: SNP) احتوت على ٣٧٨ واسمة، بمتوسط مسافة قدره ٥,١ سنتى مورجان.

كذلك أمكن تحديد QTL ترتبط بحجم وشكل ثمرة البطيخ (Sandlin وآخرون ٢٠١٢).

وقد أمكن من خلال المشروع الدولى لدراسة جينوم البطيخ دراسة تركيب وعزل ما لا يقل عن ٧٩ جينًا. كما أمكن عزل جينات جديدة فى سلالات تمثل كلاً من *C. lanatus* var. *citroides*، و *C. lanatus* var. *lanatus*، و *C. colocynthis*، و *C. ecirhosus*، و *C. rehmi* (Levi وآخرون ٢٠١٤).

كما أمكن التعرف على عديد من الـ QTLs فى البطيخ خاصة بصفات هامة، منها صفات الثمرة (الحجم والشكل وسمك القشرة، ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة)، وصفات البذرة (الحجم ومحتواها من الزيت والأحماض الدهنية)، وصفات الإزهار (التعبير الجنسى ووقت الإزهار). ولقد وُجد أن وقت الإزهار يتحكم فيه عدد قليل من الجينات الرئيسية، وأن QTLs على الكروموسوم 3 مسئولة عن حوالى ٥٠٪ من التباين فى الشكل المظهرى (McGregor ٢٠١٤).

## التحويل الوراثى

قدَّم Liu وآخرون (٢٠٠١) عرضًا لعمليات التحويل الوراثى فى البطيخ.

## مزارع الأنسجة

قدم Compton وآخرون (٢٠٠٤) عرضًا لاستعمالات مزارع الأنسجة فى البطيخ.

## مصادر إضافية فى دراسات التكنولوجيا الحيوية فى البطيخ

للإطلاع على تفاصيل دراسات التكنولوجيا الحيوية فى البطيخ يمكن الرجوع إلى Compton وآخرين (٢٠٠٤)، و Sultana & Rahman (٢٠١٣).

## جيرمبلازم البطيخ

يُحتفظ فى وزارة الزراعة الأمريكية بأعداد السلالات التالية من مختلف الأنواع التابعة للجنس *Citrullus*:

| النوع | الصنف النباتى | عدد السلالات |
|---|---|---|
| *Citrullus lanatus* | *lanatus* | ١٤٣٥ |
| | *citroides* | ١٣٤ |
| *Citrullus colocynthis* | - | ٢٣ |
| *Citrullus naudinianus* | - | صفر |
| *Citrullus ecirrhosus* | - | ١ |
| *Citrullus rehmii* | - | ١ |

ويُعطى Wehner (٢٠٠٢) قائمة بأسماء ٩٨ صنفًا وهجينًا من البطيخ تنتشر زراعتها فى أمريكا الشمالية، مع بيان بمواصفاتها وخصائصها وآبائها التى استخدمت فى إنتاجها، وبأسماء المربين الذين قاموا بتربيتها.

ويحتفظ مركز بحوث الخضر فى Beijing (وهو الـ Beijing Vegetable Research Center — اختصارًا BVRC) بما مجموعه ١١٩٧ صنفًا وسلالة من الجنس *Citrullus*، تتضمن الأنواع: *C. naudinianus*، و *C. colocynthis*، و *C. rehmii*، و *C. ecirrhosus*، و *C. amarus*. وبدراسة التباين الوراثى لتلك المجموعة أمكن تحديد مجموعة مركزية core collection تتكون من ١٣٠ سلالة (Zhang وآخرون ٢٠١٦).

وقد أوضحت دراسة وراثية جزيئية على ٤٦ صنفًا أمريكيًا من البطيخ و١٢ سلالة من *Citrullis* spp. استعمل فيها ٢٥ RAPD primers أن أصناف البطيخ تتميز بدرجة عالية من التماثل الوراثى، بينما كان هذا التماثل بدرجة أقل بين سلالات *C. lanatus* var. *citroides*، و *C. colocynthis*؛ الأمر الذى يتطلب توسيع القاعدة الوراثية لأصناف البطيخ التجارية (Levi وآخرون ٢٠٠١).

# الفصل الرابع

# أساسيات تربية الكنتالوب (القاوون)

## جنس الكنتالوب *Cucumis*، وما يتضمنه من أنواع

يتضمن الجنس *Cucumis* ٣٢ نوعًا، منها اثنان من المحاصيل الرئيسية، هما: الخيار (*C. sativus*)، والكنتالوب (*C. melo*)، واثنان من المحاصيل الثانوية، هما: الجركن bur gherkin (وهو: *C. anguria*)، والخيار الأفريقى الشوكى African horned cucumber (وهو: *C. metuliferus*) وتزرع أحيانًا أنواع أخرى (مثل *C. dipsaceus*)، وأنواع تُجمع وتستخدم لغرض الغذاء أو كدواء أو كمصدر للماء (مثل *C. africanus*).

**وتقسم أنواع الجنس *Cucumis* — حسب إمكانية التهجين بينها — إلى أربع مجموعات، تُلَقّح أنواع كل مجموعة فيما بينها، وهى كما يلى:**

١- مجموعة الأنواع الأفريقية الأصل ذات الثمار الشوكية التى منها الجركن *C. anguria*، وتضم ثمانية أنواع على الأقل.

٢- مجموعة الخيار الأفريقى المسمى African Horned Cucumber، وينتمى إليها النوع *C. metuliferus*.

٣- مجموعة الخيار *C. sativus* وتضم — إلى جانب الخيار — النوع *C. hardwickii*.

٤- مجموعة الأنواع الأفريقية التى تخلو من الأشواك، وتشتمل على عدة أنواع؛ منها: *C. melo*، و *C. humifructus*، و *C. sagittatus*.

وبرغم أن حبوب لقاح أنواع المجاميع المختلفة قد تنمو على مياسم أنواع من مجاميع أخرى.. إلا أنها لا يخصب بعضها بعضًا، ولا ينجح التهجين بينها إلا فى حالات خاصة وبصعوبة بالغة.

ويستدل مما تقدم على أن الخيار لا يهجن مع أى من القاوون أو الجركن. هذا برغم أن حبوب لقاح الخيار قد تنمو فى ميسم وقلم زهرة القاوون إلى أن تصل البويضات، ولكنها لا تخصب البيضات.

## تقسيم الجنس *Cucumis*

يُقسَّم الجنس *Cucumis* إلى اثنين من تحت الجنس (subgenus)، هما:

١- تحت الجنس *Cucumis* (وفيه ٢ن = ٢س = ١٤ كروموسوم)، ويضم نوعان نباتيان، هما:

أ- النوع *C. sativus*، ويضم ثلاثة أصناف نباتية، هى:

(١) الخيار *C. sativus* var. *sativus*

(٢) الصنف النباتى *C. sativus* var. *hardwickii*.

(٣) الصنف النباتى *C. sativus* var. *xishaungbannesis*.

ب- النوع *C. hystrix* (وفيه ٢ن = ٢س= ٢٤ كروموسوم).

٢- تحت الجنس *melo* (وفيه ٢ن = ٢س = ٢٤ كروموسوم)، ويضم ستة سلاسل series، كما يلى:

أ- ser. *Humifructuosi*، وتضم نوع نباتى واحد.

ب- ser. *Melo*، وتضم نوعان نباتيان.

ج- ser. *Hirsuti*، وتضم نوع نباتى واحد.

د- ser. *Metuliferi*، وتضم نوعان نباتيان.

هـ- ser. *Angurioidei*، وتضم ١٩ نوعًا نباتيًّا.

ز- ser. Myriocarpi، وتضم خمسة أنواع نباتية.

(Chen & Adelberg ٢٠٠٠).

ويوجد عدد من محاصيل الخضر الأخرى التى تتبع النوع *C. melo*، ومنها العجور mango melon الذى يتبع الصنف النباتى *C. melo* var. *chito*، وأبو الشمام pocket melon الذى يتبع الصنف النباتى *C. melo* var. *Dudaim*، والقثاء snake melon التى تتبع الصنف النباتى *C. melo* var. *flexuous*. وتُلَقَّح جميع هذه الأصناف النباتية بسهولة تامة مع بعضها البعض ومع كل من الشمام والقاوون.

وتتباين سلالات وأصناف النوع *C. melo* البرية والمزروعة تباينًا هائلاً فى صفاتها؛ فمثلاً.. يتباين مدى طول النبات من متر إلى عشرة أمتار، ووزن الثمرة من ١٠ جرامات إلى نحو ١٠ كيلوجرامات، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بالثمار من ٣٪ إلى ١٨٪ ورقم pH لُب الثمرة من ٣ إلى ٧ (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦).

## الكنتالوب كنبات موديل

الكنتالوب نوع ثنائى التضاعف فيه ٢س = ٢ن = ٢٤، ويقدر حجم الجينوم فيه بنحو ٤٥٠ – ٥٠٠ ميجابايت Mb، وهو يبلغ نحو نصف حجم جينوم الطماطم (٩٥٠ Mb)، وحوالى ثلاثة أضعاف حجم جينوم الـ *Arabidopsis* (١٢٥ Mb).

وللكنتالوب إمكانية جوهرية فى أن يصبح نبات موديل؛ لما يحتويه من صفات تتعلق بتطور تكوين الثمار، وصفاته المورفولوجية والفسيولوجية، وتنوع خصائصه الكيميائية الحيوية أثناء تطور خصائص الطعم والقوام خلال مراحل نضج الثمار. ويُضيف تنوع الأصناف بين الكلايمكتيرية وغيابها فهمًا أوسع للآليات الجزيئية لتكوين النكهة والتغيرات فى القوام، فضلاً صفات تعيين الجنس (Ezura & Fukino ٢٠٠٩).

### نشأة الكنتالوب وموطنه وتاريخ زراعته

يُستدل من دراسات حديثة نسبيًّا (Sebastian وآخرون ٢٠١٠) أن نشأة كل من الكنتالوب والخيار كانت فى آسيا، وأن لهما عديد من الأنواع القريبة — التى لم تحظ بدراسات كافية — فى كل من استراليا وحول المحيط الهندى.

ويوجد الأصل البرى للنوع *C. melo* فى الهند، بينما تُشير الأدلة على أن النوع *Cucumis hystrix* — الذى يوجد فى جنوب شرقى آسيا — هو الأكثر قُربًا من الخيار.

أما أقرب الأنواع للكنتالوب فقد وُجد أنه *Cucumis picrocarpus* الذى ينمو بريًّا فى أستراليا، والذى يبدو أن الكنتالوب قد تطور منه.

ويعتقد البعض أن الهند هى موطن الكنتالوب لأنه زُرع بها منذ مئات السنين، كما أن طرز الكنتالوب غير الصالحة للأكل تنمو بريًّا هناك كذلك. هذا.. إلا أن البعض الآخر يعتقد بنشأة الكنتالوب فى إيران، كما يعتقد الكثيرون أن الكنتالوب نشأ فى أفريقيا.

وتؤكد الدراسات الأثرية زراعة الكنتالوب فى مصر وإيران فى الألفيتين الثانية والثالثة قبل الميلاد، على التوالى. وقد انتشرت زراعة الكنتالوب فى الشرق الأوسط وآسيا، وأصبح محصولاً هامًّا فى الهند ومصر وإيران والصين. وتُعد أفغانستان والصين مركزان ثانويان للتباين الوراثى للكنتالوب. كذلك تكثر التباينات الوراثية فى إسبانيا.

ولقد نُقل الكنتالوب فى القرن الخامس عشر من تركيا إلى ولاية Cantaluppe البابوية بالقرب من روما؛ حيث انتشر منها إلى غرب أوروبا. وتُشتق كلمة كانتلوب من ذلك المصدر، على الرغم من أن سلالات الكنتالوب ذات الثمار الصغيرة والقشرة الصلبة التى كانت نامية فى إيطاليا حينئذٍ تختلف تمامًا عن الأصناف الحديثة التى تُعرف حاليًّا باسم كنتالوب. هذا.. وكانت أصناف الكنتالوب تُزرع فى البيوت الزجاجية فى بريطانيا فى القرن السابع عشر. وقد انتقل الكنتالوب إلى العالم الجديد بواسطة كولمبس، ثم نُقل بواسطة الإسبان إلى كاليفورنيا فى عام ١٦٨٣ (عن Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

ويعطى Hedrick (١٩١٩) مزيدًا من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة الكنتالوب.

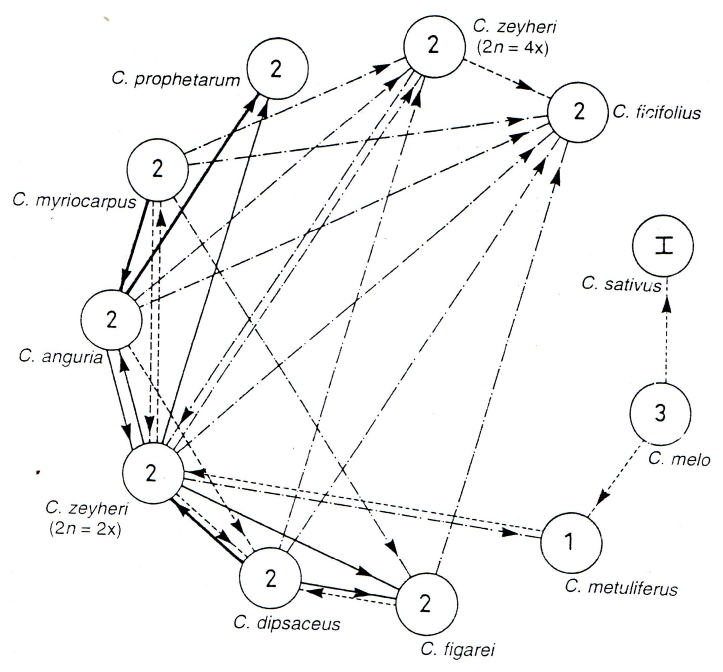
ولقد وجد بدراسة دنا بقايا بذور كنتالوب من القرن الخامس عشر (كانت فى بودابست فى المجر) و٤٧ صنفاً وسلالة أخرى أن هذا الكنتالوب كان الأقرب تماثلاً وراثيًّا مع صنف الكنتالوب المسجل Hogolyo، الذى انتخب من سلالة مجرية محلية. ويستفاد من هذه الدراسة — كذلك — على إمكانية تحسين الكنتالوب بالتحويل الوراثى بجينات يمكن عزلها من تراكيب وراثية متبقية من القرون الوسطى (Szabo وآخرون ٢٠٠٥).

## سيتولوجى الكنتالوب

يحتوى الكنتالوب على ٢ن = ٢٤ كروموسومًا، وعلى جينوم صغير نسبيًّا (٤٥٠ ميجابايت Mb)، ويبلغ- تقريبًا ثلاثة أضعاف جينوم الـ *Arabidopsis thaliana*، ونفس حجم جينوم الأرز (Dogimont ٢٠١١).

## التهجينات النوعية فى الجنس *Cucumis*

يظهر فى شكل (٤-١) مخططًا لإمكانيات إجراء التهجينات بين أنواع الجنس *Cucumis*، وعددها إحدى عشرة نوعًا، وتظهر التفاصيل ضمن عنوان الشكل.




شكل (٤-١): مُخطط لإمكانيات إجراء التهجينات النوعية فى الجنس ***Cucumis***: يُشير اتجاه الأسهم إلى أمهات الهجن. تُشير الخطوط الواصلة (غير المتقطعة) السميكة بين الأنواع إلى التهجينات الخصبة بدرجة متوسطة إلى عالية والتى تكون هجنها خصبة. وتُشير الخطوط الواصلة الدقيقة (الرفيعة) بين الأنواع إلى التهجينات ضعيفة الخصوبة. وتُشير الخطوط المتقطعة والمنقطة بين الأنواع إلى عقم التهجينات، وتُشير الخطوط المتقطعة إلى عدم إنتاج التهجينات لبذور خصبة أو لبادرات تكمل نموها. ويُشير عدم وجود خطوط بين الأنواع إلى عدم الحصول على ثمار من التهجينات (عن **Robinson & Decker–Walters ١٩٩٧**).

وقد أجرى Soria وآخرون (١٩٩٠) محاولات لتهجين ستة أنواع من الجنس *Cucumis* تضمنت النوع *C. melo*.ويبين جدول (٤-١) نتاج تلك المحاولات.

جدول (٤-١): نتائج محاولات التهجين بين ستة أنواع من الجنس ***Cucumis***

| الهجين النوعى | عدد التلقيحات | الثمار (%) | عدد الأجنة |
|---|---|---|---|
| *C. myriocarpus* × *C. africanus* | ١٢٨ | ٠,٧٨ | ٧٠ |
| *C. africanus* × *C. myriocarpus* | ٤٥ | ٨٦,٦٧ | ١٣١ |
| *C. africanus* × *C. zeyheri* | ٢٣ | ٣٩,١٣ | ١٦ |
| *C. africanus* × *C. anguria* | ٩١ | ١٥,٣٨ | ٥٧ |
| *C. africanus* × *C. metuliferus* | ٤٤ | صفر | – |
| *C. zeyheri* × *C. africanus* | ٨٧ | ٤٣,٦٨ | ٧ |
| *C. anguria* × *C. africanus* | ٨٥ | ٢٣,٥٣ | ٢٦ |
| *C. metuliferus* × *C. africanus* | ٦٦ | ٢١,٢١ | ٤١٥ |
| *C. melo* × *C. metuliferus* | ٩٧ | ٧,٢٢ | ٣ |

## التهجين النوعى بين الكنتالوب والنوع *C. metuliferus*

لا ينجح التهجين النوعى بين *C. melo*، و *C. metuliferous* بسبب وجود موانع سابقة للإخصاب تُعيق نمو الأنابيب اللقاحية على الميسم أو فى الجزء العلوى من قلم الزهرة. وقد أمكن الحصول على ثمار من هذا التهجين النوعى عندما لقحت أزهار ١٠ سلالات من *C. melo* بمخلوط من حبوب لقاح *C. metuliferous* سبق معاملتها بالإشعاع (بجرعة ١٠٠ أو ١٥٠ كيلو راد Krad) مع حبوب لقاح لم تُعامل بالإشعاع، هذا إلاّ أن تلك الثمار لم تحتوى على بذور خصبة. هذا.. إلاّ أن فصل الأجنة المتكونة — وهى بعمر ٢٠-٢٥ يومًا من التلقيح — وزراعتها على بيئة موراشيح وسكوج بثلث التركيز العادى كان كافيًا لإنتاج نباتات منها. ولقد كانت المشكلة هى فى كيفية تعقيم تلك الأجنة وهى بهذا العمر؛ لأنها لم تتحمل التعقيم بهيبوكلوريت الصوديوم (Beharav & Cohen ١٩٩٤).

كما أُجرى تهجين نوعى بين السلالة PI 140471 من *C. melo* كأم والسلالة PI 292190 من *C. metuliferus* كأب، ولم يكن التهجين الرجعى لنباتات الجيل الثانى إلى *C. metuliferus* ناجحًا بسبب فشل الجنين فى إكمال نموه، إلا أن نباتًا واحدًا — فقط — أمكن إنتاجه عندما تم اللجوء إلى مزارع الأجنة (Norton & Granberry ١٩٨٠).

## التهجينات النوعية بين الكنتالوب وكلاً من *C. anguria*، و *C. metuliferus*

أمكن الحصول على ثمار من كل من التلقيحين النوعيين *C. anguria* × *C. melo*، و *C. metuliferus* × *C. anguria*. كانت هذه الثمار خالية من البذور القادرة على الإنبات، ولكنه أمكن عزل أجنة منها — وهى فى مراحل مختلفة من نموها — بعد إجراء التلقيحات. وبالنسبة للتلقيح الأخير.. فقد تمكن Fassuliotis & Nelson (١٩٨٨) من فصل الأجنة بعد فترة تراوحت من ٣٤– ٩٩ يومًا من التلقيح (أى ابتداء من مرحلة نمو الجنين المسماة بأذن الأرنب rabbit-ear إلى وقت متأخر من مرحلة النمو المسماة بشكل الزورق fluke-shaped)؛ وحصلا على نباتات من هذه الأجنة إما بزراعتها مباشرة، وإما بعد الحصول على أجنة جسمية (somatic embryosis) منها؛ بعمل مزارع أنسجة منها قبل اكتمال نضجها. وترجع أهمية هذين النوعين إلى كونهما مقاومين لنيماتودا تعقد الجذور.

## معوقات التهجينات النوعية فى الجنس *Cucumis*

إن من أهم المعوقات أمام نجاح التلقيحات النوعية فى الجنس *Cucumis*، ما يلى:

١– وجود موانع أمام التهجين.

٢– إجهاض ما بعد الإخصاب وفشل الجنين فى إكمال نموه.

٣– عقم الجيل الأول الهجين.

**وتتضح صورة نتائج التلقيحات النوعية، فيما يلى:**

| التلقيح النوعى | نتيجة التهجين |
|---|---|
| *C. sagittatus* × *C. melo* | تكوين أجنة فقط |
| *C. metuliferus* × *C. melo* | تكوين أجنة فقط |
| *C. sativus* × *C. melo* | تكوين أجنة فى الطور الكروى فقط |
| *C. metuliferus* × *C. melo* | تكوين جيل أول خصب |
| *C. prophetarum* × *C. melo* | تكوين ثمار بدون بذور حية |
| *C. zeyheri* × *C. sativus* | تكوين ثمار بدون بذور حية |
| *C. sativus* × *C. metuliferus* | تكوين أجنة فقط |
| *C. melo* × *C. metuliferus* | تكوين أجنة فقط |
| *C. sativus* × *C. hystrix* | تكوين نباتات عقيمة (٢ن، و٤ن) |
| *C. hystrix* × *C. sativus* | تكوين نباتات خصبة (٤ن) |

ولمزيد من التفاصيل حول هذا الموضوع يراجع Chen & Adelberg (٢٠٠٠).

## دور الحرارة العالية فى التغلب على مشاكل التهجين النوعى مع *C. anguria*

وجد أن نمو الأنابيب اللقاحية فى مبايض الأزهار كان أقوى، والأنابيب اللقاحية أطول، فى حرارة ٣٢°م عنها فى حرارة أقل أو أعلى عن ذلك، وذلك فى تلقيحات نوعية أُجريت بين الكنتالوب *C. melo* (السلالة: MR-1)، وكل من النوعين *C. anguria* (السلالتان: PI 147065، و PI 320052)، و *C. metuliferous* (السلالة: PI 526242)، كما تحسنت نسبة عقد الثمار فى ٣٢°م؛ وبذا.. أمكن التغلب على مشكلة التهجين النوعى جزئيًّا أو كليًّا برفع الحرارة إلى ٣٢°م (Matsumoto وآخرون ٢٠١٢).

وبينما فشل التهجين بين *C. melo* كأب مع *C. anguria* (السلالة PI 320052) كأم — حيث توقف نمو الأنبوبة اللقاحية فى قلم الزهرة فى حرارة ٢٤–٣٠°م — فقد وُجد فى حرارة ٣٢، و ٣٤°م أن التعارض بين حبة اللقاح والمتاع pollen-pistil incongruity يقل، وتخترق الأنابيب اللقاحية القلم حتى تصل إلى البيضات ويحدث عقد للثمار. وقد

وُجد أن تلك الخاصية (pollen-pistil incongruity alleviation فى حرارة ٣٢–٣٤°م) وراثية ويتحكم فيها جين واحد متنح يقع على LG1 بين CSN221، و SSR19844، وعلى مسافة ٣,٧ سنتى مورجان، و٤,٥ سنتى مورجان منهما، على التوالى. وقد أُعطى هذا الجين الرمز pia (Matsumoto & Miyagi ٢٠١٢).

## الهجن الجسمية بين أنواع الجنس *Cucumis*

يمكن إجراء تهجينات جسمية somatic hybrids بين أنواع الجنس *Cucumis*، ويمكن الاطلاع على تفاصيل هذا الموضوع فى Jarl (٢٠٠١).

## أصناف القاوون (الكنتالوب) وتقسيماتها

يعتبر القاوون، والشمام محصولاً واحدًا، إلا أن لفظة شمام تطلق على أصناف بستانية Horticultural Cultivars خاصة، تنتمى إلى نوع نباتى Botanical Variety معين، بينما يطلق اسم قاوون على مجموعات مختلفة من الأصناف البستانية، تنتمى غالبيتها إلى ثلاثة أصناف نباتية معينة، وينتمى قليل منها إلى أصناف نباتية أخرى قليلة الانتشار، ويطلق عليهما معًا – أى على الشمام والقاوون – اسم بطيخ أصفر فى بعض البلدان العربية وهما يشكلان أحد المحاصيل الهامة التابعة للعائلة القرعية.

يتبع الشمام الصنف النباتى *Cucumis melo* var. *Aegyptiacus*، ويسمى بالإنجليزية Sweet melon.

**أما الكنتالوب فاسمه الإنجليزى melon، وتتبع أصنافه التجارية ثلاثة أصناف بستانية رئيسية، كما يلى:**

١– مجموعة أصناف القاوون الشبكى.

تتبع أصناف هذه المجموعة الصنف النباتى *C. melo* var. *reticulatus*، ويطلق عليها اسم muskmelon، وتسمى أحيانًا باسم كنتالوب، ولكن هذه التسمية الأخيرة خاطئة.

٢- مجموعة أصناف الكنتالوب Cantaloupe:

تتبع أصناف هذه المجموعة الصنف النباتى *C. melo* var. *cantaloupensis*، ويطلق عليها اسم القاوون الأوروبى، أو الكنتالوب.

٣- مجموعة أصناف القاوون الأملس:

تتبع أصناف هذه المجموعة الصنف النباتى *C. melo* var. *inodorus*، وتسمى بقاوون الشتاء winter melon، ويطلق عليها - أحيانًا - اسم muskmelon، إلا أن هذا الاسم خاص بأصناف مجموعة القاوون الشبكى كما سبق بيانه وهى تشتهر بأسماء طرز الأصناف التى تتبعها، والتى من أهمها شهد العسل Honey Dew، والكاسابا Cassaba.

**هذا.. إلاّ إنه يميز - حاليًّا - ست مجموعات من أصناف الكنتالوب، هى كما يلى:**

١- مجموعة الـ Cantalupensis:

تُعرف أصناف هذه المجموعة - كذلك - بالإسمين كنتالوب cantalupe، و muskmelon، وثمارها صغيرة ذات قشرة شبكية وبها نتؤات أو حراشيف، ولبها برتقالى اللون عادة وأحيانًا يكون أبيض اللون، وطعمها عطرى أو كالمسك musky. تنفصل الثمار عن العنق عند اكتمال تكوينها. وغالبًا.. تحمل نباتاتها أزهارًا مذكرة وأخرى كاملة andromonoecious.

٢- مجموعة الـ Inodorus:

تُعرف - كذلك - باسم كنتالوب الشتاء winter melon. ثمارها غالبًا أكبر حجمًا، وأكثر قدرة على تحمل التخزين عن ثمار مجموعة الـ Cantaluopensis تكون قشرة الثمرة ناعمة أو مجعدة، ولكنها لا تكون شبكية، ويكون اللب أبيض أو أخضر اللون، ويُفتقد الطعم الـ musky. ولا تنفصل ثماره عن العنق عند اكتمال تكوينها. وغالبًا.. تحمل نباتاتها أزهارًا مذكرة وأخرى كاملة.

٣- مجموعة القثاء Flexuous:

تُعرف – كذلك – باسم snake melon. ثمارها طويلة جدًّا، ورفيعة، ومضلعة غالبًا ribbed، وتؤكل ثمارها غير المكتملة النمو كبديل للخيار، ونباتاتها وحيدة الجنس وحيدة المسكن (تحمل أزهارًا مذكرة وأخرى مؤنثة) monoecious.

٤- مجموعة الـ Conomon:

تُعرف – كذلك – باسم كنتالوب التخليل pickling melon. ثمارها صغيرة ذات جلد ناعم ورقيق، ولب أبيض، وهى مبكرة النضج وقليلة الحلاوة. تُخلل ثمارها وقد تؤكل طازجة أو مطبوخة، ونباتاتها تحمل أزهارًا مذكرة وأخرى كاملة.

٥- مجموعة Dudain:

تُعرف – كذلك – باسم الكنتالوب الرُمّانى pomegranate melon. ثمارها صغيرة كروية أو بيضاوية ذات لب أبيض وقشرة رقيقة.

٦- مجموعة الـ Momordica:

تُعرف – كذلك – باسم snap melon. ثمارها بيضية إلى أسطوانية الشكل، طويلة ورفيعة. اللب أبيض أو برتقالى باهت قليل السكر، ودقيقى، وقد يكون حامضى الطعم. يتشقق سطح الثمرة الناعم أو ينفجر قرب اكتمال نموها. ومعظم الأصناف وحيدة الجنس وحيدة المسكن.

وبينما تنتمى تلك المجموعات الصنفية جميعها لتحت النوع ssp. *melo* (أى إنها تتبع *C. melo* ssp. *melo*)، فإن نباتات تحت النوع ssp. *agrestis* تنمو – غالبًا – بريًّا، وثمارها صغيرة غير صالحة للأكل، وقد تزرع أحيانًا فى آسيا، ولكنها تنمو كحشيشة فى كثير من المناطق الاستوائية.

إن أصناف مجموعة الـ Cantalupensis هى الأكثر أهمية فى الزراعة التجارية. وتُعرف تلك التى تُزرع منها فى غرب الولايات المتحدة باسم كنتالوب cantaloupes،

وثمارها متوسطة التضليع يُغطيها شبك كثيف، ولُبها برتقالى اللون، وتتحمل الشحن لفترة طويلة. أما تلك التى تُزرع فى شرق الولايات المتحدة فإنها قد تُنتج ثمارًا كبيرة، وتكون أكثر تضليعًا ويُغطيها شبك أقل كثافة. وأما أصناف طراز الشارنتيه charantais الشائعة الزراعة فى أوروبا وأفريقيا فإن ثمارها تكون بقشرة رقيقة ويغطيها شبك خفيف. كذلك يُعد الطراز ذات اللب الأخضر مرغوبًا فى كل من الشرق الأوسط وأوروبا.

وتعرف أصناف مجموعة الـ Inodorus — كذلك — باسم كنتالوب الشتاء winter melon، ذلك لأن ثمارها تتحمل التخزين جيدًا. ويُعد الصنف هنى ديو Honey Dew الذى يحتاج إلى موسم نمو طويل ودافئ — كما فى كاليفورنيا — الأكثر شيوعًا فى الزراعة، وكان قد أُدخل إلى الولايات المتحدة — من فرنسا — فى بدايات القرن العشرين. وثمار هذا الصنف ذات لُب أخضر صلب وشديد الحلاوة.

وتُزرع بعض أصناف مجموعة الـ Dudaim لأجل الزينة، حيث تتميز ثمارها بكونها عطرية، ولكنها تؤكل غالبًا طازجة رغم كونها قليلة الحلاوة، أو قد تستعمل فى التخليل ويتشابه لُبها مع لُب الخيار فى اللون والقوام.

وتنمو أصناف مجموعة الـ Momrdica فى الهند وبعض الدول الآسيوية الأخرى، حيث تؤكل الثمار كخضار، وقد تستهلك طازجة أو فى السلاطة (عن Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

## تداول أزهار الكنتالوب لأغراض التربية

### الأزهار، وبيولوجى التلقيح الطبيعى، والثمار والبذور

يحمل النبات الواحد أزهارًا مذكرة وأخرى مؤنثة — أى يكون وحيد الجنس وحيد المسكن monoecious — فى معظم الأصناف الأوروبية، بينما يحمل أزهارًا مذكرة وأخرى خنثى — أى يكون andromonoecious — فى معظم الأصناف الأمريكية.

وبينما تحمل الأزهار المؤنثة أو الخنثى مفردة فى آباط الأوراق، تحمل الأزهار المذكرة فى مجاميع من ٣–٥ أزهار فى آباط الأوراق التى لا توجد فيها أزهار مؤنثة أو

خنثى. وتظهر الأزهار المذكرة مبكرة عن الأزهار المؤنثة، ويكون عددها أكبر بكثير من الأزهار المؤنثة، وقد وجد فى إحدى الدراسات أن نباتًا واحدًا من القاوون أنتج ٥١٢ زهرة مذكرة، و٤٢ زهرة خنثى. وتكون النسبة الجنسية أضيق من ذلك فى الظروف البيئية غير المناسبة للعقد (عن McGregor ١٩٧٦).

تتكون كأس الزهرة من خمس سبلات، ويتكون التويج من خمس بتلات أو ست صفراء اللون، والطلع من خمس أسدية: واحدة منفصلة، والأربعة الأخرى تلتحم كل اثنتين منها معًا؛ فيبدو الطلع، وكأنه مكون من ثلاث أسدية فقط، والمبيض سفلى، يتكون من ٣–٥ مساكن. والميسم مفصص إلى فصوص، يتساوى عددها مع عدد المساكن.

تتفتح الأزهار فى الجو المناسب بعد شروق الشمس بساعتين، ولكن تفتحها يتأخر عن ذلك عند انخفاض درجة الحرارة، وعند ارتفاع الرطوبة النسبية، وفى الجو الملبد بالغيوم. وتتفتح المتوك — طوليًّا — بعد اكتمال تفتح الزهرة، بينما لا تنتثر حبوب اللقاح؛ لأنها تتكون فى كتل لزجة لا تنتقل إلا بواسطة الحشرات التى تزور الأزهار. ويكون الميسم مستعدًا لاستقبال حبوب اللقاح يوم تفتح الزهرة (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

التلقيح خلطى غالبًا، وقليلاً ما يحدث التلقيح الذاتى حتى فى الأزهار الخنثى؛ لأن حبوب اللقاح اللزجة لا تنتقل إلا بواسطة الحشرات كما سبق أن بينا. ويعتبر النحل من أهم الحشرات الملقحة على الإطلاق، سواء أكان ذلك فى الحقل، أم فى البيوت المحمية، ويزور النحل الأزهار لجمع كل من الرحيق وحبوب اللقاح.

وقد تباينت نسبة التلقيح الخلطى فى الدراسات المختلفة. فوجد فى إحدى الدراسات أنها تراوحت من ١٪ إلى ١٠٠٪ فى مختلف الثمار، وتراوحت فى دراسة أخرى من ٥,٤٪ إلى ٦٧,٨٪ فى الأصناف التى تحمل أزهارًا مذكرة وأزهارًا خنثى، بينما بلغت ٧٣,٢٪ فى الأصناف الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن، وتراوحت من ١٪ إلى ٢٠٪ فى الثمار المختلفة للأصناف التى تحمل أزهارًا مذكرة وأزهارًا خنثى، بينما

تراوح المتوسط العام من ٥,١٪ إلى ٨,٩٪ حسب الجين المميِّز marker gene المستخدم فى تقدير نسبة التلقيح الخلطى (عن Nugent & Hoffman ١٩٨١).

ولا يعقد تحت الظروف الطبيعية فى الحقل سوى ١٠٪ فقط من الأزهار الكاملة أو المؤنثة التى ينتجها النبات، أما بقية الأزهار.. فإنها تسقط بعد تفتحها مباشرة، أو بعد نمو مبايضها قليلاً. وقد وجد أن إزالة الأزهار العاقدة أولاً بأول تؤدى فى النهاية إلى عقد ٧٠٪ من الأزهار المتكونة؛ مما يدل على أن عقد زهرة مؤنثة أو خنثى يمنع عقد عدد من الأزهار التالية لها فى التكوين (Mann & Robinson ١٩٥٠).

الثمرة عنبة تختلف — فى حجمها، وملمسها، ومدى تضليعها، ولونها الخارجى والداخلى — باختلاف الأصناف. وتحتوى الثمرة الواحدة على ٤٠٠ — ٦٠٠ بذرة، وتكون البذور بيضاوية الشكل، ويكون طرفها المشيمى مدببًا، بينما يكون طرفها الآخر مستديرًا، ولونها أصفر، أو أبيض، وهى أكثر امتلاء من بذرة الخيار.

ولمزيد من التفاصيل حول التكاثر الجنسى فى الكنتالوب وتطور تكوين ثماره.. يُراجع Grumet وآخرين (٢٠٠٧).

## طرق إجراء التلقيحات الذاتية والتهجينات

لا تختلف طريقة إجراء التلقيحات اليدوية الذاتية أو التهجينات فى القاوون عما سبق بيانه بالنسبة للبطيخ. ولكن نسبة نجاح التلقيحات اليدوية فى القاوون تكون أقل مما فى القرعيات الأخرى، وهى تتراوح — عادة — من ٥٪ إلى ٤٠٪، وتعتبر نسبة نجاح التلقيحات جيدة إذا زادت عن ٢٠٪.

ويُعد إجراء التلقيحات فى نباتات الكنتالوب التى تحمل أزهارًا مذكرة وأخرى كاملة (حالة الـ andromonoecy) أصعب مما يكون عليه الحال فى النباتات التى تحمل أزهارًا مذكرة وأخرى مؤنثة (حالة الـ monoecy)؛ نظرًا للحاجة إلى خصى الأزهار الخنثى. تجرى عملية الخصى بعد ظهر اليوم السابق لإجراء التلقيح، ثم تُغلق الأزهار المخصية لمنع وصول الحشرات إليها. أما الأزهار المذكرة التى يُزمع استخدامها

فى التلقيحات فهى إما تغلق قبل تفتحها أو تقطف وتحفظ فى المختبر فى رطوبة عالية خلال الليل، وتستخدم فى التلقيح فى صباح اليوم التالى.

**وتتخذ بعض الإجراءات لتحسين عقد الأزهار الملقحة يدويًّا؛ منها ما يلى:**

١- إزالة الثمار التى سبق عقدها قبل إجراء التلقيحات.

٢- لف قطعة صغيرة من القطن حول الزهرة المخصية لتثبيت الكبسولة الجيلاتينية فى مكانها؛ لأن عملية الخصى تحدث ضررًا كبيرًا بتويج الزهرة.

٣- إن لم تكن متوك الزهرة قد بدأت فى نثر حبوب لقاحها برغم تفتح الزهرة — وهو ما يحدث فى الجود البارد — فإنه يمكن إخراج حبوب اللقاح من المتوك بملامستها بالملقط برفق.

٤- عدم زيادة عدد التلقيحات على ٣-٤ بكل نبات.

٥- إضافة كمية صغيرة من ١٪ إندول حامض الخليك فى اللانولين إلى أحد فصوص الميسم بعد إجراء التلقيح اليدوى. أدى هذا الإجراء إلى تحسين نسبة العقد من ٢٦,٧٪ إلى ٥٩٪ دون أن يكون له أى تأثير على البذور فى الثمار العاقدة (عن Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

هذا.. وتكون الثمار الناتجة من التلقيحات اليدوية أصغر حجمًا وأقل فى محتواها من البذور من الثمار التى تلقح طبيعيًّا بالحشرات؛ وهو أمر لم يمكن إرجاعه إلى أية إصابات ميكانيكية تحدث للزهرة أثناء التلقيح اليدوى. واعتُقِدَ أن النقص فى حجم الثمار الناتجة من التلقيح اليدوى مرده إلا أن الزهرة الواحدة تتلقى — فى حالات التلقيح الطبيعى — أكثر من ٥٠ زيارة من حشرة النحل، إلا أن تكرار التلقيح اليدوى للزهرة الواحدة لم يترتب عليه أية زيادة فى حجم الثمار العاقدة (عن Mann ١٩٦٢).

ويفيد استخدام أغطية البوليستر التى توضع فوق النباتات مباشرة Spun-bonded polyster covers فى التحكم فى عمليتى التلقيح الذاتى والخلطى تحت ظروف

الحقل؛ فقد وجد Ng (١٩٨٨) أن وضع هذه الأغطية على النباتات — مع دفن حوافها فى التربة — كان بديلاً جيدًا للأقفاص السلكية wire mesh cages؛ حيث منع الغطاء الحشرات من عمل أية تلقيحات غير مرغوبة، وجعلت باستطاعة المربى إجراء التلقيحات اليدوية فى الوقت الذى يناسبه. كذلك أُجريت التلقيحات الذاتية بسهولة تامة بإدخال النحل تحت الغطاء.

ومن الواضح أن هذه الطريقة يمكن أن تطبق مع القرعيات الأخرى ومع غيرها من المحاصيل. كما قد يمكن استعمال أغطية البولى بروبلين polypropylene بنفس الكيفية مع توقع نفس النتائج. إلا أن أغطية البوليثيلين polyethylene (البلاستيك) لا تفيد فى هذا المجال؛ لضرورة كشف الغطاء لإجراء عملية التهوية، فضلاً على حاجتها إلى دعامات سلكية لرفعها عن النباتات.

ولقد أمكن تحديد واسمات RAPD، و SCAR ترتبط بجين العقم الذكرى ms-3 فى الكنتالوب؛ بما يسمح باستخدامها فى نقل صفة العقم الذكرى بالتلقيح الرجعى لأصناف وسلالات الكنتالوب المتميزة لاستخدامها فى إنتاج بذور الهجن التجارية (Park وآخرون ٢٠٠٤).

## العقم الذكرى والظواهر التى قد يمكن الاستفادة منها فى إنتاج الهجن التجارية

يعرف فى القاوون خمسة جينات متنحية غير آليلية للعقم الذكرى تأخذ الرموز من ms-1 إلى ms-5 (McCreight & Elmstrom ١٩٨٤، و Lecouviour وآخرون ١٩٩٠). وباستثناء الجين ms-5 الذى استخدم فى إنتاج هجن قليلة — مثل الهجن الفرنسية 68-02، و Jivaro، و Fox — فإن هذه الجينات لم يستفد منها فى إنتاج الهجن التجارية على نطاق واسع، ويرجع ذلك إلى صعوبة التعرف على النباتات الخصبة الذكر فى خطوط الأمهات، وهو الإجراء الضرورى ليمكن إزالتها من خطوط الأمهات فى حقل إنتاج البذور. وقد تمكن McCreight (١٩٨٦) من التغلب على هذه المشكلة بفحص البراعم الزهرية قبل تفتحها بأربع وعشرين ساعة؛ حيث تبدو متوك

النباتات الخصبة الذكر دائمًا عاجية اللون، وممتلئة، وناعمة الملمس، بينما تبدو متوك النباتات العقيمة الذكر خضراء مصفرة اللون وغير ممتلئة، وخشنة الملمس قليلاً؛ لأن الشعيرات التى تربط بين فصوص المتوك تكون واضحة، وليست مختفية كما فى النباتات الخصبة الذكر.

هذا.. ويمكن الاستغناء عن عملية الخصى — عند إنتاج الهجن التجارية — بالاستفادة من ظاهرة انفصال الجنس فى النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن. ومع ذلك فلم يُستَفَدْ من هذه الظاهرة — إلى الآن — فى إنتاج الهجن، وخاصة أنها — أى ظاهرة حمل النبات لأزهار مذكرة وأزهار مؤنثة — ترتبط بصفة الثمار المطاولة. وبذا.. لا يمكن الاعتماد عليها إلا عند الرغبة فى إنتاج أصناف ذات ثمار مطاولة فقط.

ويعتبر التلقيح اليدوى هو الطريقة الوحيدة المستخدمة على نطاق واسع — إلى الوقت الحاضر — فى إنتاج هجن القاوون التجارية.

## التضاعف

### إنتاج النباتات الأحادية ومضاعفتها

يستفاد من النباتات الأحادية المجموعة الكروموسومية فى إنتاج نباتات ثنائية أصيلة وراثيًّا لدى مضاعفة النباتات الأحادية بالكولشيسين. وقد تمكن Savin وآخرون (١٩٨٨) من إنتاج نباتات قاوون أحادية؛ بطريقة بسيطة تعتمد على وضع حبوب لقاح معاملة بأشعة x على مياسم الأزهار المؤنثة عند تفتحها؛ حيث تنمو مبايض هذه الأزهار بصورة طبيعية، ولكن الثمار لا تُترك لحين اكتمال نضجها، وإنما تحصد بعد ثلاثة أسابيع من التلقيح. وقد وجد الباحثون أن الثمار — فى هذه المرحلة من النمو — تحتوى على أجنة أحادية نادرة. لا تستمر هذه الأجنة فى النمو داخل الثمرة، وإنما تنهار وتتلاشى أثناء نمو الثمرة؛ ولذا.. يلزم التعرف عليها ونقلها إلى بيئة صناعية لتكمل نموها. ونظرًا لأن الثمرة تحتوى على أجنة أخرى كثيرة ثنائية.. فإن تشريح البذور المتكونة لفحص الأجنة يستلزم جهدًا كبيرًا.

وقد تمكن الباحثون من التعرف على الأجنة الأحادية باستخدام أشعة x كما يلى: تحصد الثمار بعد ٤–٧ أسابيع من التلقيح؛ لأن الأجنة تكون صغيرة جدًّا قبل ذلك، وتبدأ الأجنة الأحادية فى الانهيار بعد ذلك. تجفف البذور جزئيًّا حتى لا تبدو معتمة عند تصويرها بأشعة x، على ألاّ يكون التجفيف كاملاً حتى لا تفقد حيويتها. وتتم عملية التجفيف على حرارة ٤ْم لمدة ١٥ ساعة. توضع البذور — بعد ذلك — على لوح من البوليسترين سمكه ٥ مم، وتغطى بشريط لاصق شفاف، ثم تُعرَّض لأشعة x، ويستخدم لتوليد الأشعة أى جهاز من تلك المستخدمة فى الأغراض الطبية. تظهر البذور — التى تحتوى على أجنة أحادية فى صورة الأشعة — أقل عتمة من البذور التى تحتوى على أجنة ثنائية.

ولقد أمكن مضاعفة نباتات الكنتالوب الأحادية — بغمر القمة النامية الميرستيمية للنباتات فى محلول كولشيسين — بنسبة نجاح وصلت إلى ٨٩٪ (Yetisir & Sari ٢٠٠٣).

## الكنتالوب الرباعى التضاعف

عُثِرَ على ثلاثة نباتات كنتالوب متضاعفة رباعيًّا بصورة طبيعية (٤ ن)، تميزت — مقارنة بالنباتات التى نشأت منها — بأن أوراقها الفلقية مستديرة وسلامياتها أقصر، وسيقانها وأوراقها أسمك، وشعيراتها أغزر، وثمارها أصغر حجمًا، وندبتا طرف الساق والطرف الزهرى بالثمرة أكبر، وأزهارها وحبوب لقاحها ومتوكها وبذورها أكبر حجمًا (Nugent & Ray ١٩٩٢).

كما أمكن إنتاج كنتالوب رباعى التضاعف بنجاح من السلالة المرباة داخليًّا M01-3 باستخدام الكولشيسين. كانت أوراق وأزهار النباتات المتضاعفة أكبر بوضوح، والنباتات أطول، والسيقان أسمك عما كانت عليه تلك الصفات فى النباتات الثنائية التضاعف. كذلك كانت الكلوروبلاستيدات والجرانا أكثر عددًا وأطول فى النباتات الرباعية عما فى النباتات الثنائية التضاعف. وبالنسبة لصفات جودة الثمار، فإن محتواها من المواد الصلبة الذائبة

والسكريات الذائبة وحامض الأسكوربيك كان أعلى بوضوح عما فى ثمار النباتات الثنائية، وكانت الثمار أكبر وزنًا بنحو ٣٠٪ وأما بالنسبة للبذور، فإنها كانت أعرض وأسمك فى النباتات المتضاعفة. وقد استُخلِص من تلك الدراسة أن الكنتالوب رباعى التضاعف يمكن استخدامه كصنف تجارى، أو كأب لإنتاج هجن ثلاثية (Zhang وآخرون ٢٠١٠).

## طريقة إكثار التراكيب الوراثية المرغوبة – خضريًّا – بالعقل الساقية

إن من أكبر المشاكل التى تواجه مربى النباتات الحولية — كالقاوون — استحالة إجراء عدة اختبارات على النبات الواحد؛ لأن أى اختبار منها قد يقضى على النبات، أو يؤثر فى نتائج الاختبارات الأخرى. كما أن بعض الاختبارات يلزم إجراؤها تحت ظروف متحكم فيها فى البيوت المحمية، بينما تدرس الصفات البستانية — غالبًا — تحت ظروف الحقل. وعندما يستقر المربى على انتخاب نبات ما بعد نضج ثماره وفحصها.. فإن هذا النبات يكون قد بدأ فى الموت، ولا يصلح لأية اختبارات أخرى؛ لهذه الأسباب.. فإن إكثار النباتات الحولية — بطريقة خضرية — يعد أمرًا حيويًّا للمربى.

**وقد تمكن Khan وآخرون (١٩٨٨) من إكثار القاوون خضريًّا — بسهولة — بالطريقة التالية:**

تؤخذ القمم الخضرية للسيقان القوية النمو على أن تحتوى كل منها على ٤–٥ عقد. تُزال الأوراق من العقدتين القاعديتين، ثم تزرع القمم الخضرية مباشرة فى أصص صغيرة (٥ × ٥ × ١٠ سم) مملوءة بالبرليت. تنقل الأصص — سريعًا — إلى الصوبة، وتوضع على (بنشات) محاطة من جميع الجوانب بشرائح بلاستيكية، ومزودة من أعلى بجهاز للرى بالضباب mist. يؤقت الجهاز لتوليد الضباب لمدة خمس ثوان كل ١٥ دقيقة فى اليومين الأولين بعد الزراعة، ثم كل ٣٠ دقيقة بعد ذلك لمدة ثلاثة أسابيع. تؤدى هذه المعاملة إلى نمو جذور عرضية كثيرة عند القطع فى قاعدة الساق المقطوعة، وعند العقد التى غرست فى البرليت بعد إزالة أوراقها؛ وبذا.. تصبح هذه النموات الطرفية للسيقان شتلات ذات مجموع جذرى جيد، ويمكن شتلها بنجاح بعد ذلك.

كذلك أوضح الباحثون أن معاملة قواعد العقل الساقية الطرفية بإندول حامض البيوتيريك — إما كمحلول مائى بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون، وإما كمسحوق جاف بتركيز ٠,٥٪ فى بودرة التلك — أحدثت زيادة واضحة فى عدد الجذور المتكونة وطولها، كما أدت إلى نمو جذور إضافية من السلاميات.

وتوضح نتائج هذه الدراسة وجود اختلافات وراثية بين سلالات وأصناف القاوون فى قدرتها على التجذير بعد هذه المعاملات؛ حيث كانت السلالة P.I. 414723 أكثرها استجابة.

## وراثة الصفات فى الكنتالوب

### قوائم جينات الكنتالوب

تتوفر قائمة كاملة وشاملة بجميع الجينات المعروفة للكنتالوب، مع وصف موسع لتلك الجينات، متضمنًا مصادر المقاومة للأمراض والآفات، والشكل المظهرى للطفرات، وجميع الصفات النباتية المتعلقة بالبذور، ومورفولوجى النبات وبنيته، والأزهار، والثمار، فضلاً عن الجينات المشابهة isozymes ومواقعها الكروموسومية، والـ QTLs التى دُرست (Dogimont ٢٠١١).

### صفات البادرة

يستفاد من الطفرات التى تظهر على النبات فى طور البادرة كجينات معلِّمة، ومن هذه الطفرات ما يلى:

١- جين متنح يؤثر فى نسبة الكلورفيل أ،ب، دون التأثير فى قوة النبات أو خصوبته. يأخذ هذا الجين الرمز yg نسبة إلى لون البادرات الأخضر المصفر yellow green.

٢- جين متنح آخر (r) يؤدى إلى ظهور صبغة حمراء بالسويقة الجنينية السفلى للبادرات، التى تكون نامية فى مكان يصل إليها فيه ضوء الشمس غير المباشر كالبيوت المحمية.

٣- يتحكم فى ضعف كفاءة امتصاص البادرات للحديد والمنجنيز جين واحد متنحٍ يأخذ الرمز fe. تكون الطفرة ذات أوراق خضراء مصفرة بين العروق وعروق خضراء، ولكنها تأخذ اللون الأخضر عند إضافة الحديد للمحلول المغذى.

٤- يتحكم جين واحد متنحٍ يأخذ الرمز ech فى صفة الانحناء الزائد (٣٦٠ ْ) للريشة (exaggerated curvature of the hook) فى السلالة PI 161375، كما يتحكم نفس الجين فى صفة الاستجابة لإنبات البادرات فى الظلام فى وجود الإثيلين. هذا.. ويكون الانحناء ١٨٠ ْ فقط فى كل من الصنف Vedrantais، والسلالة PI 414723 ويقع هذا الجين على المجموعة الارتباطية I.

٥- تُعد صفة مرارة البادرات - التى تكثر فى طرازى شهد العسل والشارانتيه - سائدة على صفة غياب المرارة - التى توجد فى معظم أصناف الكنتالوب الأمريكية - ويتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز Bi.

٦- يعرف جين متنحٍ - يأخذ الرمز dlet - يؤدى إلى موت مؤجل delayed - ولكن قبل اكتمال النمو النباتى premature - يتسبب فى ضعف النمو مع وجود بقع متحللة بالأوراق.

**كذلك تُعرف الصفات التالية والجينات التى تتحكم فيها فى بادرات الكنتالوب (عن Dogimont ٢٠١١):**

| الصفة والجين المتحكم فيها | وراثة الصفة |
|---|---|
| الأوراق الفلقية البيضاء (الألبينو) - a | aa : ألبينو |
| الأوراق الشاحبة (pale) - Pa | $PaPa^{+}$: الفلقات والأوراق صفراء اللون<br>PaPa: النبات ألبينو ويموت<br>يرتبط Pa بكل جين الساق الأملس gl وجين الساق الأحمر r |
| الفلقات الخضراء الباهتة المصفرة : yg، وقد سبقت الإشارة إليها | الجين متنحٍ ويقع فى المجموعة الارتباطية XI ويعرف له آليل يأخذ الرمز $yg^{w}$ خاص باللون الأخضر المصفر |
| الفلقات والأوراق البرونزية الصفراء: f | الجين متنحٍ ويتسبب فى ضعف النمو، ويرتبط بالجين lmi الذى يتحكم فى السلاميات الطويلة بالساق الرئيسية |

(يتبع)

| الصفة والجين المتحكم فيها | وراثة الصفة |
| --- | --- |
| الحلقة الصفراء بالأوراق الفلقية: h | الجين متنحٍ ويختفى تأثيره فى النباتات الأكبر عمرًا، ويرتبط بجين الجنس a (للـ andromonoecy) وجين المقاومة للبياض الدقيقى Pm-x وجين المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر Zym ويقع فى المجموعة الارتباطية II (سابقًا: 4) |
| الفلقات والسويقة الجنينية السفلى الكريمية الباهتة اللون والتى تصبح طبيعية مع تقدم عمر النبات: v، و v-2، و v-3 | v: و v-2، و v3: جميعها متنحية، والجين v-3 مستقل عن الجين v |
| الأوراق الفلقية الباهتة والخضراء المصفرة: yv، و yv-2 | yv، و yv-2: متنحية وتختفى الصفة مع تقدم النبات فى العمر |

## صفات الأوراق

يتحكم الجين السائد Ala فى صفة قمة الورقة الحادة acute leaf apex، والجين السائد L فى صفة الورقة المفصصة lobed، وهما جينان مرتبطان.

ويتحكم الجين المتنحى dl فى صفة الورقة شديدة التفصيص dissected leaf، مقابل الحافة المستديرة round وهى الصفة السائدة. ويُعرف آليل آخر للجين dl يأخذ الرمز $dl^{v}$، وحين آخر – لا تعرف آليليته للجين dl– يأخذ الرمز dl-2.

ويتحكم الجين السائد Sfl فى صفة الورقة الجالسة التى توجد فى إبطها الأزهار الخنثى والمؤنثة، مقابل صفة الورقة المعنقة sfl.

ويعرف جينان متنحيان: bd (لصفة brittle leaf dwarf)، و cl (لصفة curled leaf)، وكلاهما يؤثر – كذلك – فى خصوبة أعضاء التأنيث. كما يُعرف جين ثالث متنحٍ cl (لصفة cochleare folium) الذى يجعل الورقة ملعقية الشكل مع انحناء حافتها لأعلى.

ويتحكم الجين المتنحى gl (لصفة glabrous) فى صفة النبات الأملس الخالى تمامًا من الشعيرات.

وقد ظهرت صفة ورقة الكنتالوب الراحية التفصيص palmately lobed leaf كطفرة بسيطة متنحية فى السلالة الصينية Mhy، أُعطيت الرمز pll، وتبين أن هذا الجين يقع فى المجموعة الارتباطية III (Gao وآخرون ٢٠١٤).

## صفات الساق وبنية النبات plant architecture

توجد طفرة ذات نمو متقزم bush، يتحكم فيها جين واحد متنح (b)، وجينان آخران محوران لفعل هذا الجين.

ويتحكم فى صفة النمو المندمج أى من الجينات si-1 أو si-2 أو si-3 التى تتحكم كل منها – منفردة – فى إنتاج سلاميات قصيرة (Knavel ١٩٩٠). ويؤدى الآليل Imi إلى زيادة طول السلاميات على الساق الرئيسى، بينما يثبط الجين ab (من abrachite) تكوين الفروع الجديدة. وللجين si-3 تأثيرات متعددة كثيرة على نمو وإثمار الطفرة بخلاف كونها قصيرة السلاميات (Knavel & Houtz ١٩٩٠).

ويتحكم الجين المتنحى fas فى صفة تبطط والتحام الساق الرئيسية fasciation، والذى قد يصل فيه الجزء المتأثر لنحو ١٥ سم طولاً.

ويتحكم الجين المتنحى r (لصفة red stem) فى السلالة PI 157083 فى صفتى السويقة الجنينية السفلى المخططة والساق الحمراء خاصة فى السلاميات (تكون حساسة للضوء) ولون الغلاف البذرى الضارب للحمرة أو الرصاصى. وقد وجد أن الجينين gl، و r يوجدان فى نفس المجموعة الارتباطية (LG3)، ومعهما – كذلك – فى نفس المجموعة الارتباطية – الجين ms-1 (العقم الذكرى–١) والجين Pa (عن Dogimont ٢٠١١).

كما يتحكم الجين المتنحى أو السائد سيادة غير تامة slb (لصفة short lateral branching) فى صفة الفروع الجانبية القصيرة. وقد أمكن التعرف على اثنتان من الـ QTLs لتلك الصفة.

ويتحكم الجين ab (لصفة abrachiate) فى صفة غياب التفريع الجانبى. كما يتحكم الجين المتنحى lmi (لصفة long main-stem internode) فى صفة السويقة

الجنينية السفلى الطويلة والسلاميات الطويلة (حوالى ٢٠ سم) فى الساق الرئيسية، لكنه لا يؤثر فى طول سلاميات الفروع الجانبية.

وذُكر وجود ثلاثة جينات متنحية مستقلة تتحكم فى صفة قِصَر السلاميات (فى ثلاثة سلالات مختلفة)، وهى الجينات si-1، و si-2، و si-3 (لصفة short internode -1,-2,-3). يجعل الجين si-1 النبات متقزم وشديد الإندماج وبسلاميات قصيرة جدًّا (حوالى ١ سم طولاً)، وهو يرتبط بالجين yv (لصفة yellow virescent). وتكون السلاميات قصيرة فى النباتات الحاملة لأى من الجينين si-2 أو si-3 ولكنها تكون أطول مما فى حالة si-1، ولا تكون النباتات شديدة الإندماج. وفى حالة الطفرة si-2 تكون السلاميات الأولى — فقط — هى القصيرة؛ مما يُكسب النباتات مظهر عش الطائر bird's nest عند حملها للثمار. ولا يحدث ذلك فى حالة si-3 الذى تكون فيه جميع السلاميات قصيرة (عن Dogimont ٢٠١١).

## صفات الأزهار

تعرف — كما أسلفنا بيانه — خمسة جينات متنحية للعقم الذكرى فى الكنتالوب، لكل منها تأثيرها المميز فى الشكل المظهرى للنبات، وهى تقع فى خمس مجموعات ارتباطية مختلفة. ويوجد ارتباط ضعيف بين كل من ms-1 وجين الساق الحمراء r، وبين ms-2 وجين الأوراق الخضراء المصفرة yg.

ويتحكم الجين السائد Mci – لصفة Macrocalyx – وهى صفة السبلات الورقية – بكل من الأزهار المذكرة والخنثى.

ويتحكم الجينان المتنحيان: gp فى صفة البتلات الخضراء green petals، و gyc فى صفة التويج الأصفر الضارب للخضرة greenish yellow corolla.

ويتحكم الجين p فى صفة وجود ثلاث كرابل بالزهرة tricarpellary مقابل وجود خمس كرابل pentamerous.

كما يتحكم الجين المتنحى n فى صفة غياب الغدد الرحيقية nectarless فى كل أزهار النبات (عن Dogimont ٢٠١١). يقل محصول هذه الطفرة؛ لأن النحل لا يقبل على زيارة أزهارها.

وتُحمل الأزهار المذكرة فى سلالة الكنتالوب TGR-1551 فى عناقيد. وقد أمكن التعرف على QTL خاصة بتلك الصفة تقع فى المجموعة الارتباطية VI (LG) (Gomez-Guillamón وآخرون ٢٠١٤).

## التعبير الجنسى

يتفاعل الجينان a (لصفة الـ andromonoecy)، و g (لصفة الـ gynoecy) معًا فى التأثير على التعبير الجنسى بالكيفية التالية:

| التعبير الجنسى | التركيب الوراثى |
|---|---|
| النبات يحمل أزهارًا مذكرة وأخرى مؤنثة (حالة الـ monoecy) | A- G- |
| النبات يحمل أزهارًا مذكرة وأخرى خنثى (حالة الـ andromonoecy) | aa G- |
| النبات يحمل أزهارًا مؤنثة وأخرى خنثى (حالة الـ gynomonoecy) | A– gg |
| النبات يحمل أزهارًا كاملة (حالة الـ hermaphrodism) | aa gg |
| النبات يحمل أزهارًا مؤنثة فقط مع ثبات الصفة (حالة الـ gynoecy الثابتة) | A– gg gy gy |

علمًا بأن الجين gy هو جين فى موقع ثالث يؤثر على صفة الـ gynoecy.

وبعبارة أخرى.. فإنه يوجد جين واحد متنح (a) يحول النبات من الحالة الـ monoecious (أى الوحيد الجنس الوحيد المسكن) إلى الحالة الـ andromonoecious (أى التى يحمل فيها النبات أزهارًا كاملة وأزهارًا مذكرة) (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦).

ويذكر Whitaker & Davis (١٩٦٢) أن الجينين: A، و G يتحكمان فى وراثة الجنس فى القاوون على النحو التالى: يجعل الجين A معظم الأزهار الكاملة مؤنثة، ويجعل الجين G معظم الأزهار الكاملة مذكرة، وبذا.. يكون نسل النبات الخليط AaGa على النحو التالى:

| التركيب الوراثى | النسبة | الشكل المظهرى |
|---|---|---|
| A- G- | ٩ | توجد أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة monoecious |
| aa G- | ٣ | توجد أزهار مذكرة وأزهار كاملة andromonoecious |
| A- gg | ٣ | توجد أزهار مؤنثة وأزهار كاملة gynomonoecious |
| aa gg | ١ | توجد أزهار كاملة فقط perfect |

هذا.. إلا أن النباتات ذات التركيب الوراثى A- gg لا تكون دائمًا أنثوية gynomonoecious؛ حيث تتأثر بالعوامل البيئية؛ فتظهر بعضها أنثوية gynoecious، وقد يصبح بعضها الآخر trimonoecious؛ أى يظهر بها خليط من الأزهار المذكرة، والمؤنثة، والخنثى. ولكن نتائج الدراسات تختلف بشأن حالة الـ trimonoecious؛ حيث ذكر البعض أن جينين آخرين يتفاعلان مع الجينين a، و g لإظهار هذه الحالة.

وجدير بالذكر أن النباتات الـ andromonoecious تحمل أزهارًا مذكرة فقط على الساق الرئيسية للنبات، وخليطًا من الأزهار المذكرة والأزهار الخنثى على أفرع النبات، وقد اكتشفت طفرة متنحية تمنع تكوين أية فروع من الساق الرئيسية للنبات، وأعطيت الرمز ab نسبة إلى الصفة abrachiate. وبظهور هذه الطفرة على نبات andromonoeocious .. فإنها تحوله — تلقائيًّا — إلى نبات مذكر androecious — لأن الساق الرئيسية للنبات لا تحمل سوى أزهار مذكرة فقط.

يقع الجين a — الذى يتحكم فى صفة الـ andromonoecy — فى المجموعة الارتباطية II. وحديثًا أمكن عزل هذا الجين ووجد أنه يُشفر لجين ACC synthase يُعرف بالرمز CmACS7. كذلك أمكن التعرف على واسمات جزيئية ترتبط بهذا الجين.

أما الجين g – الذى يتحكم فى صفة الأنوثة gynoecy (إنتاج الأزهار المؤنثة) – فهو يقع فى الطرف البعيد للمجموعة الارتباطية V.

وأما الجين الثالث الذى يأخذ الرمز gy – والذى يتحكم فى صفة الـ gynomonoecy (إنتاج النبات الواحد لأزهار مؤنثة وأخرى خنثى)، والذى كان سابقًا يأخذ الرمز n أو M) – فإنه يتفاعل مع الجينين a، و g لإنتاج نباتات أنثوية ثابتة (عن Dogimant ٢٠١١).

ويُعتقد أن الجين a نتج عن طفرة حدثت فى الموقع النشط للإنزيم 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase، ويؤدى التعبير عن الإنزيم النشط – أى تكوين الإثيلين – إلى تثبيط تطور تكوين أعضاء التذكير، بينما هو لا يلزم لتكوين الكربلات (Boualem وآخرون ٢٠٠٨).

ولقد تبين من دراسة وراثية استُخدمت فيها سلالة الكنتالوب المؤنثة G44، والسلالة الوحيدة الجنس وحيدة المسكن PI 124111F، والسلالة الـ andromonoecious رقم 36 ما يلى:

• الآباء الـ monoecious (وحيدة الجنس وحيدة المسكن)، والـ andromonoecious (التى تحمل أزهارًا مذكرة وأزهارًا خنثى)، والأنثوية gynoecious تركيبها الوراثى AAGGMM، و aa GGMM، و AAggmm – على التوالى – لصفة الجنس.

• اقتُرح أن التركيب الوراثى للنباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن هو: A- G-، وللنباتات الـ andromonoecous هو: aa G- وللنباتات الـ trimonoecious (التى تحمل أزهارًا مذكرة وأزهارًا مؤنثة وأزهارًا خنثى) والـ gynomonoecious (التى تحمل أزهارًا مؤنثة وأزهارًا كاملة) هو A- gg M- والنباتات الخنثى hermophrodiate هو: aa gg، والنباتات الأنثوية هو A- gg mm (Kenigsbuch & Cohen ١٩٩٠).

كما وجد الجين CmACS-7 – الذى يوجد فى سلالة الكنتالوب RH107 – وهو يتحكم فى صفة الأزهار وحيدة الجنس وحيدة المسكن، وقد أمكن التعرف على واسمة جزيئية ترتبط به (Feng وآخرون ٢٠٠٩).

## صفات الثمار

### شكل الثمرة

وُجد أن شكل الثمرة يتحكم فيه جين واحد يأخذ الرمز O (لصفة الشكل البيضاوى oval)، وهو سائد على الشكل الكروى، ويرتبط بالجين a لصفة الـ andromonoecy. ومنذ عام ١٩٢٨ لوحظ ارتباط شكل الثمرة المطاول بالأزهار المؤنثة (فى النباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن)، وشكل الثمرة الكروى بالأزهار الكاملة (فى النباتات الـ andromonoecious). وأمكن مؤخرًا التعرف على عدة QTLs خاصة بشكل الثمرة تتوزع على خمس مجموعات ارتباطية، تتواجد إحداها مع الجين a فى المجموعة الارتباطية II. كذلك وجد أن شكل الثمرة الكروى spherical يتحكم فيه جين واحد يأخذ الرمز sp (لصفة spherical fruit shape)، وهو متنحٍ بالنسبة لشكل الثمرة المستدق الطرف obtuse. وقد يكون هذا الجين هو نفسه الجين O (عن Dogimont ٢٠١١).

وتُشير الأدلة إلى أن شكل الثمرة يتحكم فيه جين واحد ذو سيادة غير تامة بالإضافة إلى جينات ثانوية محورة، وأن هذا الجين يرتبط فى الصورة الازدواجية coupling phase مع جين تعيين الجنس A (Wall ١٩٦٧).

### عدد كرابل الثمرة

يتحكم جين واحد فى عدد كرابل الثمرة؛ حيث يسود وجود ثلاث كرابل على خمس كرابل بالثمرة، ويأخذ هذا الجين الرمز p نسبة إلى الصفة pentamerous. ويعتقد أنه يوجد ارتباط بين شكل الثمرة وعدد الكرابل بها؛ حيث تحتوى الثمار الكروية على خمس كرابل، بينما تحتوى الثمار المطاولة والبيضاوية على ثلاث كرابل.

ويتحكم الجين السائد Ec فى صفة الكرابل المنفصلة (الفارغة) empty cavity عند نضج الثمرة، كما فى السلالة PI 414723. ويقع هذا الجين فى المجموعة الارتباطية III.

## اللون الخارجى للثمرة

يتباين اللون الخارجى لثمرة الكنتالوب بين الأبيض والأصفر والبرتقالى والأخضر والمرقَّش. ويسود اللون الأبيض فى الثمار غير المكتملة التكوين على اللون الأخضر، ويتحكم فيه جين واحد يأخذ الرمز Wi (لصفة white color of immature fruit). أما اللون الأبيض للثمار المكتملة التكوين فهو متنحٍ ويتحكم فيه جين واحد يأخذ الرمز w (لصفة اللون الأبيض white)، ويسود عليه اللون الأخضر الداكن.

ويتحدد لون قشرة الثمرة بتواجد توافيق من ثلاثة صبغات رئيسية، هى: الكلوروفيل، والكاروتينويدات، والفلافون: naringerin chalcone، وهو المسئول عن اللون الأصفر الزاهى، كما فى طراز الكنارى. ويتحكم فى هذا اللون الأصفر جين واحد سائد. أما الكلوروفيل والكاروتينويدات فينعزلان معًا كجين واحد سائد مستقل عن جين تراكم الصبغة الصفراء. ويُقترح الرمز Nca (لحين تراكم الصبغة الصفراء naringerin-chalcone accumulation)، والرمزان chl، و Car لجينى تراكم الكلوروفيل والكاروتينويدات — المرتبطين — على التوالى — بقشرة الثمرة. كذلك تتحكم جينات ثانوية فى التباينات الكمية فى تراكم تلك الصبغات.

إن اللون الخارجى الأصفر لجلد الثمرة يسود على اللون الأخضر، ويتحكم فى ذلك جين واحد، كما يوجد جين واحد آخر يفرق بين لون الجلد الأصفر واللون الكريمى؛ حيث يسود اللون الأصفر على اللون الأبيض أو الكريمى، وقد أُعطى هذا الجين الرمز Y. كما يسود اللون الأخضر القاتم على اللون الأبيض، ويتحكم فى هذه الحالة جين واحد يأخذ الرمز w. ويعتبر وجود تخطيط stripping بالسطح الخارجى للثمرة صفة بسيطة سائدة على عدم وجود التخطيط، ويرمز لهذا الجين بالرمز st.

## اللون الداخلى للثمرة

تتحكم عدة جينات فى شدة لون اللب، إلاّ أن جينات مفردة قد تحدد ما إذا كان اللب برتقالى اللون (وهى صفة سائدة)، أو أخضر، أو أبيض اللون. وتتحكم آليات

متنحية لجينين مختلفين فى صفة اللب الأخضر gf، واللب الأبيض wf، علمًا بأن $wf^+$ متفوق على $gf^+/gf$ (Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

ولا يكون جين لون اللب الضارب إلى الحمرة سائدًا سيادة تامة فى كل الحالات؛ حيث يمكن – أحيانًا – تمييز النباتات الخليطة.

## الشبك

إن وجود الشبك على سطح الثمرة صفة كمية يتحكم فيها خمسة أزواج – على الأقل – من العوامل الوراثية. ويختلف مقدرا الشبك، وشكله، وتوزيعه، وسمكه اختلافًا كبيرًا من صنف لآخر.

## التخطيط والتضليع والتبرقش

يتحكم فى صفة ظهور مكان العرق vein tract (وهى التى تسمى خطأً بخط الاتصال suture) جين واحد متنحٍ يأخذ الرمز s (لصفة sutures). ووُجد جين آخر (s-t) يتحكم كذلك فى وجود الـ sutures يقع فى المجموعة الارتباطية XI.

أما صفة وجود شرائط strips فى قشرة الثمرة فيتحكم فيها جين واحد متنحٍ يأخذ الرمز st (لصفة striped pericarp). كما يتحكم جين آخر متنحٍ – كذلك – يأخذ الرمز st-2 فى صفة وجود الشرائط قبل ظهور الشبك بالثمرة، ويقع هذا الجين فى المجموعة الارتباطية XI.

ويتحكم فى صفة سطح الثمرة المضلع ridge جين واحد متنحٍ (ri)، وتسود عليها صفة عدم التضليع.

أما القشرة المنقطة speckled فيتحكم فيها جين واحد متنحٍ (spk) يقع فى المجموعة الارتباطية VII.

ويتحكم جين واحد سائد (Mt) فى صفة قشرة الثمرة المبرقشة أو المرقطة mottled، وهى صفة سائدة على صفة لون القشرة المتجانس.

كما يتحكم جين واحد متنحٍ (mt-2) فى صفة ظهور بقع داكنة بقطر حوالى ١ سم على قشرة الثمرة ويقع على المجموعة الارتباطية II.

## طبقة الانفصال

ذُكر أن صفة انفصال الثمرة عند النضج وتكوين طبقة انفصال abscission layer يتحكم فيها جينين مستقلين، وذلك فى دراستين مختلفتين. أُعطى الجينان الرمزين Al-1، و Al-2 فى السلالة C68؛ والرمزين al-1، و al-2 فى الصنف Pearl؛ والرمزين Al-3، و Al-4 فى صنف الشارانتيه Vedrantais. وذكر جين آخر سائد أُعطى الرمز Al-5 يتحكم فى صفة انفصال الثمرة فى صنف الكنتالوب الأمريكى الغربى TAM Uvalde (عن Dogimont ٢٠١١).

## صفات الجودة

تتباين أصناف وسلالات الشمام — فى نكهتها وطعمها — تباينًا واسعًا؛ فمنها طُرز غير حلوة تستخدم فى الطهى فى الهند، ومنها طرز صينية لها طعم التفاح، ومنها الطرز الحلوة ذات النكهة المميزة المعروفة فى أصناف القاوون التجارية. وترجع النكهة المميزة إلى عديد من المركبات المتطايرة التى لم تأخذ نصيبها من الدراسة الكيميائية والوراثية.

أما نسبة السكر.. فهى تتراوح من ٣٪ إلى ١٨٪، وهى صفة كمية؛ فضلاً على أن كل نوع من السكريات المسئولة عن الطعم الحلو للثمار تورث مستقلة (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦). وقد قدرت درجة توريث نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بحوالى ١٧٪ (Lippert & Hall ١٩٨٢).

ولقد وجد Aldel-Hafez وآخرون (١٩٨٤) من دراستهم على التهجين بين صنف الشمام قاهرة ٦ — الذى لا يحتوى إلا على آثار من الكاروتين — والصنف المحلى من العجور *C. melo* var. *chate* — الغنى بالكاروتين — أن صفة المحتوى المرتفع من الكاروتين سائدة جزئيًا، ويتحكم فيها زوج واحد من الجينات ذات التأثير الإضافى.

وقدرت درجة توريث هذه الصفة على النطاق العريض بنحو ٩٤٪، وعلى النطاق الضيق بنحو ٨١٪.

تُعد جودة الثمار صفة كمية، لكن لبعض الجينات الفردية تأثيرات رئيسية؛ ففى الكنتالوب البرى قد تكون الثمار مرة الطعم بسبب حمل النباتات لجين المرارة Bif، وقد يكون لبها دقيقى القوام mealy بسبب وجود الجين Me، كما فى النوع *C. callosus*. وتعد صفة الطعم الحامضى sour سائدة على صفة الطعم الحلو، ويتحكم فيها الجين So. ويتحكم الآليل المتنحى jf فى صفة اللُب العصيرى jucy، والآليل السائد Mu فى صفة الطعم المِسكى musky وهو — فى *C. melo callosus* – سائد على الطعم المعتدل غير الحاد (Robinson & Decker–Walters ١٩٩٧، و Dogimont ٢٠١١).

ولقد وُجد أن صفات العدد الكلى للثمار، والمحصول، وصلابة اللحم، ومحتوى المواد الصلبة الذائبة يتحكم فيها تأثيرات مضيفة وغير مضيفة، بينما يتحكم فى صفات متوسط وزن الثمرة، والقطر القطبى، وسمك اللحم، وحجم الفجوة الداخلية تأثيرات مضيفة (de Araujo Barros وآخرون ٢٠١١).

كما وجد أن درجة التوريث على النطاق الضيق لعدد من صفات الكنتالوب (فى دراسة أُجريت فى موقعين (Arlington، و Hancock بالولايات المتحدة)، كانت كما يلى (Zalapa وآخرون ٢٠٠٦):

| الصفة | Arlington | Hancock |
|---|---|---|
| عدد الأيام حتى تفتح أول زهرة | ٦٢ | – |
| عدد الفروع الأولية | ٧١ | ٧٦ |
| وزن الثمار/نبات | ٦٨ | ٧٠ |
| متوسط وزن الثمرة | ٦٠ | ٧٩ |

## المرارة

تكون ثمار بعض الطرز البرية مرة الطعم، ويرجع ذلك إلى مركبات الكيوكربتسينات Cucurbitacins، التى تعد مسئولة عن الطعم المر فى بادرات وأوراق النبات كذلك.

وقد وجد Lee & Janick (١٩٧٨) — لدى اختبارهما لتسعة وأربعين صنفًا من القاوون — أن اثنى عشر صنفًا منها كانت ذات بادرات مرة الطعم، ووجدا صفة المرارة بسيطة وسائدة. وقد أعطيا الجين الذى يتحكم فيها الرمز Bi.

ولقد وُجدت صفة المرارة فى الثمار الصغيرة للسلالات البرية من *C. melo*، بينما لم يُعثر على تلك الصفة فى أى من أصناف الكنتالوب التجارية التى جمعت من جميع أنحاء العالم. وقد تبين أن هذه الصفة يتحكم فيها زوجان من الجينات المستقلة السائدة المكملة لبعضها البعض (Ma وآخرون ١٩٩٧).

## صفات البذرة

تتحكم ثلاثة جينات فى لون غطاء البذرة seed coat، هى: r ويتحكم فى لون غطاء البذرة الأحمر (red) ولون الساق الأحمر فى السلالة PI 157083، وWt ويتحكم فى لون الغلاف البذرى الأبيض white testa، وهو سائد على لون الغلاف البذرى الأصفر والرصاصى، و Wt-2 وهو جين آخر للون الغلاف البذرى الأبيض يوجد فى السلالة PI 414723، وهو سائد على لون الغلاف البذرى الأصفر ويحمل فى المجموعة الارتباطية IV (عن Dogimont ٢٠١١).

ويتحكم فى شكل البذرة الصنوبرى pine-seed shape فى السلالة PI 161375 جين واحد متنحٍ يأخذ الرمز pin ويقع فى المجموعة الارتباطية III. وتكثر هذه الصفة فى الأصناف الإسبانية ذى الثمار المستدقة.

كما يتحكم جين واحد سائد فى تواجد طبقة أو غلاف جيلاتينى gelatinous sheath حول البذرة، يأخذ الرمز Gs، وهو سائد على صفة غياب ذلك الغلاف (عن Doginont ٢٠١١).

## جينات المقاومة للأمراض والآفات

من بين جينات المقاومة للأمراض والآفات فى الكنتالوب، ما يلى:

| الجين | المرض أو المسبب المرضى أو الآفة الذى يتحكم الجين فى مقاومتها |
|---|---|
| Ac | لفحة أوراق ألترناريا |
| Fom-1 | السلالة 0 من فطر الذبول الفيوزارى |
| Fom-3 | السلالة 2 من فطر الذبول الفيوزارى |
| Fom-2 | السلالتان 0، و 1 من فطر الذبول الفيوزارى |
| Mc | لفحة الساق الصمغية |
| Mc-2 | مقاومة متوسطة للفحة الساق الصمغية |
| nsv | فيرس بقع الكنتالوب المتحللة |
| ٨ جينات | مقاومة للبياض الدقيقى الذى يسببه *Sphaerotheca fuliginea* |
| ٣ جينات أخرى | مقاومة للبياض الدقيقى الذى يسببه *Erysiphe cichoracearum* |
| ٤ جينات | البياض الزغبى |
| $Prv^1$، و $Prv^2$ | فيرس بقع القاوون المتحللة، علمًا بأن $Prv^1$ سائد على $Prv^2$، لكن الأخير ($Prv^2$) سائد على $Prv^+$ |
| Zym | الطراز الباثولوجى 0 من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر |
| Af | خنفساء القرع العسلى الأحمر |
| Ag | تحمل منِّ الكنتالوب |
| Vat | الفيروسات التى ينقلها منِّ الكنتالوب |
| dc-1، و dc-2 | ذبابة ثمار الكنتالوب |
| Cb، و Bi | يتحكمان فى إنتاج كيوكرتبسين النمو الخضرى الذى يؤثر فى المقاومة للحشرات؛ فالنباتات الأصيلة المتنحية فى الجينين تكون مقاومة لخنافس الخيار |

## صفة القدرة على التنشئة فى مزارع الأنسجة

يتحكم فى صفة القدرة العالية على التنشئة regeneration فى مزارع الأنسجة (وهى التى تعرف باسم Organogenic competence) جينين مستقلين سائدين جزئيًّا أُعطيا الرمزين Org-1، و Org-2 (من organogenic response). وذكر جين ثالث أعطى الرمز Org-3 يتحكم فى القدرة العالية على الـ regeneration فى السلالة Bu-21/3 (عن Dogimont ٢٠١١).

## الوراثة السيتوبلازمية فى الكنتالوب

وُجد فى الكنتالوب طفرة سيتوبلازمية على صورة نقص فى المحتوى الكلوروفيلى، وتعد تلك هى الطفرة الوحيدة التى وُجد أنها تُورث عن طريق السيتوبلازم فى هذا المحصول. تتميز هذه الطفرة باصفرار القمم النامية للنباتات، مع تحول الأوراق والسيقان – تدريجيًّا – إلى اللون الأخضر مع اكتمال تكوين الفروع. أُعطيت الطفرة اسم القمة الصفراء yellow-tip، والرمز cyt-Yt (Ray & McCreight ١٩٩٦).

## الخرائط الكروموسومية الجزيئية ودراسات الواسمات الوراثية

أمكن تحديد المواقع الكروموسومية لكل من الجين: st الخاص بتخطيط الثمرة ( striped pericarp)، و a الخاص بتكوين الأزهار المؤنثة (مقابل الأزهار الخنثى)، و pH الخاص بـ pH لحم الثمرة. كذلك أمكن التعرف على واسمة SSR شديدة الارتباط بالجين Zym-1 المسئول عن المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر (Danin–Poleg وآخرون ٢٠٠٢).

كذلك أمكن وضع خريطة كروموسومية للكنتالوب بالاستعانة بواسمات RAPD تتضمن كل من عامل العقم الذكرى ms-3 والجينات المسئولة عن السكريات وحامض الأسكوربيك (Park وآخرون ٢٠٠٩).

كما أمكن التعرف على واسمات AFLP ترتبط بالمقاومة للفطر *Didymella bryoniae* – مسبب مرض لفحة الساق الصمغية – فى السلالة PI 420145 من *C. melo* (Wolukau وآخرون ٢٠٠٩).

ومن بين المحاولات التى أُجريت لوضع الخريطة الكروموسومية للكنتالوب تلك التى قام بها González وآخرين (٢٠١٠)، و Oliver وآخرين (٢٠١١)، وكان Pitrat (١٩٩١) قد توصل إلى أربع مجموعات ارتباطية بالإضافة إلى أربع مجموعات أخرى كان قد سبق التوصل إليها، وتشمل تلك المجموعات عددًا كبيرًا من الصفات الاقتصادية الهامة.

ولقد دُرِسَ ٣٧٥ ميجابايت Mb من السلالة الأحادية المضاعفة DHL92، تُمثِّل ٨٣٫٣٪ من جينوم الكنتالوب (Garcia-Mas وآخرون ٢٠١٢).

الفصل الخامس

# أساسيات تربية الخيار

## موطن وتاريخ زراعة الخيار

يُعد الخيار آسيوى المنشأ، ومن المعتقد أنه تطور عن الصنف النباتى البرى *Cucumis sativus* var. *hardwickii* الذى كانت بداية اكتشافه فى تلال نيبال.

وترجع زراعة الخيار لنحو ٣٠٠٠ عام فى الهند، و٢٠٠٠ عام فى الصين. وتُعد الصين مركزًا ثانويًّا للتباين الوراثى. وعُرِفَ الخيار فى عصر قدماء المصريين (الأسرة الثانية عشرة).

ولقد جلب المسافرون الأوائل الخيار إلى دول حوض البحر الأبيض المتوسط منذ حوالى ٣٠٠٠–٤٠٠٠ عام، وزرع الخيار فى المملكة المتحدة فى بدايات القرن الرابع عشر، ثم نقله المستكشفون البرتغاليون إلى غرب أفريقيا، ونقله كريستوفر كولمبس إلى العالم الجديد فى هايتى فى عام ١٤٩٤.

ويُطلق على أصناف الخيار ذات الثمار الصغيرة اسم جركن فى عدد من الدول، منها الهند، إلا أن الجركن *C. anguria* هو محصول آخر يختلف عن الخيار. وعمومًا.. فإن خيار التخليل يتميز بثماره القصيرة، التى يبلغ طولها حوالى ثلاثة أمثال قطرها، والتى تكثر بها النتوؤات والثآليل warts، مقارنة بخيار السلاطة. وبينما تحمل ثمار معظم أصناف السلاطة أشواك بيضاء اللون، فإن أشواك ثمار أصناف التخليل قد تكون بيضاء أو سوداء. وقد أصبحت أصناف التخليل ذات الثمار البيضاء الأشواك أكثر انتشارًا لأنها تحتفظ بلونها الأخضر لفترة أطول (Purseglove ١٩٧٤، و Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

## جنس الخيار *Cucumis*

إن الخيار أحد أنواع الجنس *Cucumis* الذى ينتمى إليه القاوون كذلك؛ ولذا.. فإن مناقشة هذا الموضوع لا يمكن أن تكون بمعزل عن القاوون.

## السيتولوجى

يعتبر الخيار أقل القرعيات المزروعة فى عدد الكروموسومات، وفيه ٢ن = ٢س = ١٤ كروموسومًا بينما تحتوى جميع الأنواع الأخرى على ١٢ زوجًا من الكروموسومات. وتظهر — أحيانًا — نباتات أحادية من الخيار. ويسهل تعرف البذور التى تحتوى على أجنة أحادية باختبار الطفو على الماء؛ لأنها تكون ضمن البذور الطافية (Robinson & Whitaker ١٩٧٤).

## الأنواع البرية القريبة من الخيار والتهجينات معها

يعتبر الصنف النباتى *C. sativus* var. *hardwickii* أقرب الطرز البرية إلى الخيار. ينمو هذا الصنف النباتى فى جبال الهيمالايا، وتتميز نباتاته بأنها أكبر وأكثر تفرعًا من الخيار. فبينما تتكون الفروع الأولية (التى تخرج من الساق الرئيسية) والثانوية (التى تخرج من الفروع الأولية) وفروع المستوى الثالث (التى تخرج من الفروع الثانوية) بشكل روتينى فى الصنف النباتى *hardwickii*.. فإن الخيار لا يتكون به سوى عدد قليل من الفروع الأولية. وثمار هذا الصنف النباتى صغيرة، بيضية الشكل، وشديدة المرارة، وتبرز منها أشواك قليلة حادة. وعلى خلاف الخيار.. فإن نمو أول الثمار البذرية (أى التى تنمو فيها البذور لتكمل نضجها) فى الصنف النباتى *hardwickii* لا يمنع تكوين ثمار أخرى؛ ولذا.. فإن هذا الصنف النباتى يمكن أن يحمل — فى المتوسط — نحو ٨٠ ثمرة بكل نبات فى ظروف النهار القصير.

يعتقد أن الصنف النباتى *hardwickii* هو الأصل البرى للخيار كما أسلفنا، وهما يُلقِّحان معًا بسهولة تامة، والجيل الأول بينهما قوى النمو، وكامل الخصوبة (عن Delaney & Lower ١٩٨٧).

## التهجين النوعى بين الخيار، و *C. zeyheri*

وجد Custer & Den Nijs (١٩٨٦) اختلافات وراثية بين نباتات النوع *C. zeyheri* فى القدرة على التلقيح بنجاح مع كل من النوعين *C. metuliferus*، و *C. sativus*.

كذلك كان التهجين ناجحًا بين النوعين *C. anguria*، و *C. zeyheri* (Skálová وآخرون ٢٠٠٧).

## التهجين النوعى بين الخيار، و *C. metuliferus*

يتميز النوع *C. metuliferus* (٢ن = ٢س = ٢٤) بمقاومته لنيماتودا تعقد الجذور. وقد جرت محاولات للتهجين بينه وبين الخيار للاستفادة من تلك الصفة، إلاّ إنه لم يكن متوافقًا عندما استخدم النوع البرى كأم، وأمكن الحصول على ثمار من التهجين عندما استخدم الخيار العادى (٢ن = ٢س= ١٤) أو الرباعى التضاعف (٢ن = ٤س = ٢٨ المضاعف بنقع البذور فى محلول من الكولشيسين بتركيز ٠,٥٪ لمدة ٦-٨ ساعات)، إلاّ أن البذور لم تتكون بالثمار إلا عندما استُخدمت نباتات الخيار المتضاعفة كأمهات فى التهجين. وعلى الرغم من ذلك، فقد كانت البذور المتكونة مسطحة وفاقدة الحيوية (Walters & Wehner ٢٠٠٢).

ولقد أجرى Tang & Punja (١٩٨٩) دراسات على زراعة ودمج بروتوبلازم الخيار مع السلالة P.I. 292190 من *C. metuliferus*، وهى سلالة مقاومة لكل من نيماتودا تعقد الجذور، وفيرس موزيك الزوكينى الأصفر، وفيرس موزيك البطيخ رقم ١.

## التهجين النوعى بين الخيار والنوع *C. hystrix*

أدى التهجين بين الخيار (٢ن = ٢س = ١٤)، والنوع ذو الأصل الأسيوى *Cucumis hystrix* (٢ن = ٢س = ٢٤)؛ Zhuang وآخرون ٢٠٠٦) إلى إنتاج ثمار بها أجنة أمكن فصلها وزراعتها فى بيئة أجنة؛ حيث حُصِلَ على ٥٩ نباتًا قوية النمو ومتجانسة مورفولوجيًّا من بين ١٥٩ جنينًا بنسبة نجاح ٣٧,١٪. وأظهر الفحص المجهرى احتواء الخلايا الجسمية لتلك النباتات على ١٩ كروموسومًا، كانت سبعة

منها كبيرة وتماثل كروموسومات الخيار، و ١٢ كروموسومًا منها صغيرة وتماثل كروموسومات *C. hystrix*. هذا.. ولم يكن التهجين بين نباتات الجيل الأول تلك مع أى من أبويها ناجحًا، وثبت من تلقيحها ذاتيًّا أنها كانت عقيمة ذكريًّا وأنثويًّا (Chen وآخرون ١٩٩٧).

**هذا.. إلاّ أن الدراسات التالية لذلك أوضحت أن هذا التهجين ممكن كما تبين من الدراسات التالية:**

أمكن إنتاج هجين نوعى خصب بين الخيار *C. sativus* والنوع *Cucumis hystrix* عندما استعمل النوع الأخير كأم (Chen & Adelberg ٢٠٠٠).

وقد أمكن إجراء تهجين نوعى ناجح بين الخيار *Cucumis sativus* (٢ن = ١٤)، والنوع البرى *C. hystrix* (٢ن = ٢٤) بالاستعانة بمزارع الأجنة. كانت النباتات الهجين (٢ن = ١٩؛ ٧ من الخيار، و١٢ من *C. hystrix*) عقيمة لكنها كانت متجانسة مورفولوجيًّا. وقد حدث تضاعف لكروموسومات الهجين ضمن تباينات المزارع أثناء زراعة الأجنة ومحاولة الحصول على نباتات منها (regeneration) لأجل استعادة الخصوبة. كانت هذه النباتات متضاعفة هجينيًّا وخصبة. هذا.. ويُستدل من دراسات أولية على أن *C. hystrix* والهجين المتضاعف بينه وبين الخيار على درجة عالية من المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور (Chen وآخرون ٢٠٠٢).

وتأكيدًا لذلك.. أمكن الحصول على هجين نوعى كامل الخصوبة أُطلق عليه الاسم: *Cucumis hytivus* (وفيه ٢ن = ٤س = ٣٨ كروموسوم) من التهجين بين *Cucumis hystrix* (٢ن = ٢س = ٢٤)، والخيار *C. sativus* (٢ن = ٢س = ١٤)، وذلك بزراعة جنين الجيل الأول الجنسى (٢ن = ١٩)، ثم مضاعفة كروموسوماته لإنتاج نوع جديد متضاعف هجينيًّا (هو: *C. hytivus*)، وهو الذى قد يستخدم كقنطرة وراثية للتهجين مع أنواع الجنس *Cucumis*. وقد أُكثر هذا الهجين بالإكثار الدقيق لبراعم عرضية قمية وإبطية (Chen وآخرون ٢٠٠٣).

ويتميز النوع المتضاعف هجينيًّا amphidiploid الناشئ عن التهجين بين الخيار *C. sativus* (٢ن = ٢س = ١٤)، والنوع *C. hystrix* (٢ن = ٢س = ٢٤) — والذى يطلق عليه الاسم *Cucumis hystrix* (٢ن = ٢س = ٢٤) – بمقاومته لنيماتودا تعقد الجذور، وتحمله لزيادة الأشعة الشمسية، وبارتفاع قيمته الغذائية عن أصناف خيار التخليل القياسية. وقد حُصِل منه على نبات ثلاثى هجينى allotriploid (٢ن = ٣س = ٢٦)، وذلك من تهجين بين *C. sativus*، و *C. hytivus*، وتبين من سلوك الكروموسومات أثناء الانقسام الميتوزى تكوين سبعة وحدات ثنائية الكروماتيدات bivalents (فى الطور metaphase I) تمثل كروموسومات الخيار، و ١٢ وحدة أحادية الكروماتيدات univalents تمثل كروموسومات *C. hystrix* (Qian وآخرون ٢٠٠٥).

وتلخيصًا لِما سبق.. فقد نجح التهجين بين *Cucumis hystrix* (٢ن = ٢س = ١٤) — الذى ينمو فى Yunnan بالصين — مع الخيار، وأُجرى أول تهجين ناجح بينهما فى عام ١٩٩٥، وفى عام ٢٠٠٠ أُنتج النوع المتضاعف هجينيًّا *C. × hytivus* (٢ن = ٤س = ٣٨). ومن خلال هذا الهجين النوعى يمكن نقل عديد من الصفات الاقتصادية الهامة التى تتوفر فى *C. hystrix* إلى الخيار، والتى تتضمن: المقاومة لكل من لفحة الساق الصمغية، والبياض الزغبى، وفيرس موزايك الخيار، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وسلالة البطيخ من فيرس بقع البابظ الحلقية. وقد أمكن بالفعل إجراء نقل جزئى لصفة المقاومة للفحة الساق الصمغية إلى الخيار، وتُجرى محاولات للاستفادة من النوع الهجينى المتضاعف كنوع قنطرى لنقل صفة المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* للخيار (Chen وآخرون ٢٠٠٨).

ولقد أمكن التوصل إلى سلالتين ثابتتين وراثيًّا من تهجين بين الخيار وهذا النوع البرى القريب *Cucumis hystrix* (هما: IL56، و IL73)، كان بكل منهما ١٤ كروموسومًا (Zhou وآخرون ٢٠٠٩).

وقد استخدمت النباتات المتضاعفة هجينيًّا من التهجين *C. sativus × C.hystrix*

فى تلقيحات رجعية إلى الخيار؛ بهدف زيادة التباين الوراثى فى الخيار (Delannay وآخرون ٢٠١٠، و Behera وآخرون ٢٠١١).

## تداول أزهار الخيار لأغراض التربية

### الأزهار، وبيولوجى التلقيح الطبيعى، والثمار، والبذور

تحمل معظم أصناف الخيار أزهارًا مذكرة وأزهارًا مؤنثة؛ أى إنها تكون وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecius، إلا أنه توجد أصناف قليلة تحمل أزهارًا مذكرة وأزهارًا خنثى على نفس النبات — أى تكون andromonoecious — وأصناف أخرى كثيرة تحمل أزهارًا مؤنثة فقط، وتعرف بأنها gynoecious مثل معظم أصناف الزراعات المحمية.

تُحمل الأزهار المؤنثة مفردة عادة فى آباط الأوراق، ولو أنه قد تتكون أحيانًا زهرتان مؤنثتان أو أكثر فى إبط الورقة الواحدة. أما الأزهار المذكرة.. فتُحمل غالبًا فى عناقيد من خمس أزهار فى آباط الأوراق الأخرى، وتكون الزهرة المؤنثة سفلية؛ حيث يظهر المبيض بوضوح أسفل الكأس والتويج.

ويتكون الكأس من خمس سبلات، ويتكون التويج من خمس بتلات صفراء، وتكون الأسدية فيها أثرية، أما المتاع .. فيتكون من مبيض به ٤–٥ مساكن، وقلم قصير سميك. وتوجد بكل مسكن عدة صفوف طولية من البويضات. والأزهار المذكرة ذات عنق طويل، وتتشابه مع الأزهار المؤنثة فى الكأس والتويج، وتختلف عنها فى احتوائها على محيط من ثلاث أسدية، تحتوى إحداها على متك واحد، وتحتوى كل من السداتين الباقيتين على متكين، كما لا تحتوى الزهرة المذكرة على متاع (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

يكون ميسم الزهرة مستعدًا لاستقبال حبوب اللقاح طول اليوم الذى تتفتح فيه الزهرة. ولكن ينتهى التلقيح — غالبًا — قبل الثالثة عصرًا، وأنسب وقت هو فى الصباح الباكر. وتبلغ نسبة التلقيح الخلطى فى الخيار من ٦٥٪ إلى٧٠٪، وهو يتم بواسطة الحشرات.

وفى إحدى الدراسات قُدِّرت نسبة التلقيح الخلطى فى الخيار وحيد الجنس وحيد المسكن بنحو ٣٦٪ بين خطوط الزراعة، وبنحو ١٧٪ ما بين نباتات الخط الواحد، بينما قُدِّرت نسبة التلقيح الذاتى بنحو ٤٧٪ (Wehner & Jenkins ١٩٨٥).

ويعتبر نحل العسل من أهم الحشرات الملقحة، وهو يزور الأزهار لجمع الرحيق وحبوب اللقاح، ابتداء من الساعة الثامنة صباحًا إلى منتصف النهار، وقد تمتد زيارة النحل للأزهار حتى بعد الظهر فى الجو البارد.

يجب أن تصل عدة مئات من حبوب اللقاح إلى كل زهرة حتى يحدث إخصاب كامل، ويتطلب العقد الجيد أن يزور النحل كل زهرة ٨–١٠ مرات. ويزيد عدد البذور فى الثمرة مع زيادة عدد زيارات النحل حتى ٤٠–٥٠ زيارة لكل زهرة (McGregor ١٩٧٦).

يكون لون الثمار أخضر قبل النضج، ثم يتحول إلى أبيض مصفر، أو بنى بعد النضج. تبدو مساكن المبيض فى القطاع العرضى كمثلث، وتمتلئ المساكن بالبذور والمشيمة، وتوجد طبقة سميكة نسبيًّا من اللب الأبيض المخضر بين المشيمة وجلد الثمرة. وتوجد على الثمار أشواك صغيرة (spines)، تكون غالبًا بيضاء اللون فى الأصناف التى تؤكل طازجة، وسوداء فى أصناف التخليل pickling varieties، ثم يتغير لون هذه الأشواك عند النضج إلى اللون الأبيض المصفر وإلى الأصفر الذهبى أو البرتقالى أو البنى فى مجموعتى الأصناف، على التوالى. وقد تكون الأشواك غير ظاهرة فى بعض الأصناف.

تحتوى الثمرة الواحدة على ٤٠٠–٦٠٠ بذرة. البذرة الناضجة منضغطة وبيضاوية ذات أطراف مدببة، وسطحها ناعم، ولونها كريمى، وغلاف البذرة سميك، ويحتوى بداخله على الإندوسبرم والجنين، وتشغل الفلقتان معظم حجم البذرة.

## طرق إجراء التلقيحات الذاتية والخلطية

لا تختلف طريقة إجراء التلقيحات اليدوية الذاتية أو الخلطية فى الخيار عما سبق بيانه بالنسبة للبطيخ، مع مراعاة ما يلى:

١- بدء التلقيحات عند ظهور أول زهرة مؤنثة على النبات، بدلاً من الانتظار إلى أن يصبح النبات فى حالة إزهار تام.

٢- بدء التلقيحات فى الصباح، وعدم إجراء تلقيحات بعد الظهر إلا لاستكمال عمل بدأ فى الصباح.

٣- التنبه إلى أن حبوب اللقاح لا تنتثر فى درجة حرارة تقل عن ١٧ ْم، وأن أنسب مدى حرارى لانتثارها هو من ١٨-٢١ ْم.

وقد ذكر Munger (١٩٨٨) أن زهرة الخيار المؤنثة تبقى مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح خلال فترة الصباح إلى منتصف النهار فى المناطق الباردة، وتمتد الفترة إلى وقت متأخر بعد الظهر فى المناطق الحارة (كما فى الفلبين)، وإلى ما بعد ظهر اليوم التالى لتفتح الزهرة فى البيوت المحمية المدفأة (كما فى إثيكا - نيويورك). ففى ظروف الصوبات شتاءً.. تستمر أزهار الخيار الأنثوية فى قابليتها لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ٢٤ ساعة - على الأقل - بعد تفتح الزهرة، وتعقد بشكل طبيعى، وتنتج العدد العادى من البذور، ولكن ذلك لا يحدث بعد ظهر يوم التفتح تحت ظروف الحقل أو عندما ترتفع الحرارة عن ٣٥ ْم (Robinson ٢٠١١).

## إنتاج الهجن التجارية

تُنتَج أصناف الخيار الهجين بتلقيح السلالات المرباة داخليًا المتآلفة معًا. وبرغم أن سلالات الخيار المرباة داخليًّا لا تعانى أى ضعف فى قوة النمو، إلاّ أن قوة الهجين تظهر فى الهجن بدرجة عالية (Robinson & Whitaker ١٩٧٤).

ويعرف خمسة جينات للعقم الذكرى فى الخيار، هى: الجين ms-1 الذى يقلل - أيضًا - من خصوبة أعضاء التأنيث، والجين ms-2 الذى يقتصر تأثيره على العقم الذكرى، والجين cl الذى يؤدى إلى غلق الأزهار سواء أكانت مذكرة أم مؤنثة، والجين ap (apetalous) الذى يحول الأسدية إلى تراكيب تشبه السبلات، والجين gi (ginko leaf) الذى يحدث عقمًا ذكريًّا أيضًا. وبرغم ذلك.. فإن أيًّا من هذه الجينات لا يستفاد منها فى

إنتاج بذور الهجن التجارية، وهى العملية التى تعتمد – أساسًا – على ظاهرة انفصال الجنس (Pierce & Wehner ١٩٩٠).

**ويستفاد عند إنتاج هجن الخيار من ظاهرة انفصال الجنس كما يلى:**

### ١ـ عندما تكون الأمهات وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious

تنتج الهجن فى هذه الحالة بالتلقيح اليدوى؛ حيث تنقل حبوب اللقاح من الأزهار المذكرة لسلالات الآباء إلى مياسم الأزهار المؤنثة لسلالات الأمهات، مع انتفاء الحاجة إلى عملية الخصى؛ لوجود الأزهار المذكرة منفصلة عن الأزهار المؤنثة، ولكن الاحتياطات اللازمة تُتخذ – قبل التلقيح وبعده – لمنع وصول حبوب لقاح غير مرغوبة إلى الأزهار الملقحة.

### ٢ـ عندما تكون الأمهات أنثوية الأزهار فقط gynoecious

تستخدم الأمهات الأنثوية فى إنتاج أكثر هجن الخيار فى الوقت الحاضر؛ لسببين؛ هما:

أ– السهولة البالغة لإنتاج الهجن عند الاعتماد على هذه الظاهرة؛ مما جعل إنتاج الهجن التجارية أمرًا اقتصاديًّا.

ب– لأن صفة الأنوثة (أى حمل النبات لأزهار مؤنثة فقط) صفة سائدة تظهر فى الجيل الأول الهجين؛ وبذا.. يكثر إنتاجه من الثمار، ويزيد محصوله تبعًا لذلك.

يستخدم فى هذه الحالة سلالات وحيدة الجنس وحيدة المسكن كآباء لتلقيح سلالات الأمهات الأنثوية. ويكون فى حقل إنتاج بذور الهجن خط من الأب مقابل كل أربعة خطوط من الأم، ويجب أن يبعد حقل إنتاج البذور عن أى حقل آخر مزروع بالخيار بمسافة لا تقل عن كيلومتر. يُراعى توافق موعد الإزهار بين سلالتى الأب والأم، ويترك الحقل للتلقيح الطبيعى. ويحسن قلب خطوط سلالة الأب فى التربة قبل حصاد

ثمار الهجن التى تكون محمولة على نباتات السلالة الأم. يبلغ محصول البذور الهجين — عند إنتاجها بهذه الطريقة — حوالى ١٢٥–١٥٠ كجم/فدان (George ١٩٨٥).

وتتباين السلالات المؤنثة فى مدى أنوثتها؛ ومن ثم فى مدى ظهور هذه الصفة فى الهجن. وبذا.. فإن سلالات الأمهات والهجن ربما لا تكون كاملة الأنوثة، وإنما تظهر بها بعض الأزهار المذكرة؛ أى تكون وحيدة الجنس وحيدة المسكن، ولكن بنسبة منخفضة من الأزهار المذكرة. ولا تعد هذه الحالة أمرًا مرغوبًا فى سلالات الأمهات، أو فى الهجن التجارية، خاصة فى هجن التصنيع التى تحصد آليًّا. وقد أوضحت دراسات Moore & Munger (١٩٨٦) أن ثبات حالة الأنوثة فى الجيل الأول صفة ذات سيادة غير تامة.

وللتأكد من عدم ظهور أية أزهار مذكرة على نباتات سلالات الأمهات.. يلزم رشها مرتين بالإثيفون؛ بتركيز ٢٥٠ جزءًا فى المليون. تكون الرشة الأولى فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الأولى، والرشة الثانية فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الخامسة. كما يلزم المرور على نباتات الأمهات لفحصها وإزالة أية أزهار مذكرة قد تظهر عليها يدويًّا. وطبيعى أن هذه العملية لا تفيد فى التخلص من الأزهار المذكرة فى الهجن ذاتها.

وقد وجد أن استعمال سلالات آباء ذكرية (أى تحمل أزهارًا مذكرة فقط) androecious يؤدى إلى زيادة نسبة الأزهار المؤنثة فى الهجن. كما أدى استعمال سلالات آباء خنثى (أى تحمل أزهارًا كاملة فقط) hermaphrododitic إلى إنتاج هجن عالية المحصول، ومتجانسة فى موعد الإزهار وفى صفات الثمار.

ويذكر Pike & Mulkey (١٩٧١أ و ١٩٧١ب) أن التهجين بين سلالة الخيار الخنثى TAMU 950 والسلالات المؤنثة أنتج هجنًا كاملة الأنوثة. كذلك حاول البعض إنتاج هجن أنثوية بتلقيح سلالات أنثوية gynoecious مع بعضها البعض، بعد تحفيز سلالات الآباء على تكوين أزهار مذكرة بمعاملة نمواتها الخضرية بنترات الفضة، أو بمركب أمينو إيثوكسى فنيل جليسين aminoethoxyvinylglycine، إلا أن ضعف إنتاجية حبوب اللقاح ظل عاملاً غير مساعد على إنتاج الهجن بهذه الطريقة.

وقد حدا ذلك بـ Staub وآخرين (١٩٨٦) إلى استخدام آباء تحمل أزهارًا مذكرة وأزهارًا خنثى andromonoecious. وبمقارنة هذه الآباء بآباء أخرى أنثوية gynoecious ذات أصول وراثية متشابهة near isogenic.. عوملت نباتاتها بنترات الفضة لتحفيزها على إنتاج حبوب اللقاح.. لم يجد الباحثون فروقًا معنوية بين الهجن الناتجة من أى من طرازى سلالات الآباء فى الحالة الجنسية، أو المحصول، أو شكل الثمرة، أو العيوب، أو خاصية الصلاحية للتخليل.

وسواء أستخدمت السلالات الأنثوية كآباء أم كأمهات.. فإنه يلزم دفعها إلى تكوين أزهار مذكرة؛ ليمكن استعمالها كآباء، وليمكن إكثارها جنسيًّا بحالة أصلية. وقد كانت الطريقة المتبعة لتحقيق ذلك هو رشها مرتين أو ثلاث مرات بالجبريللين بتركيز ١٥٠٠ جزء فى المليون، مع إعطاء أول رشة عند بداية ظهور الورقة الحقيقية الأولى، والرشات التالية على فترات أسبوعية بعد ذلك، أو الرش ثلاث مرات بالـ $GA_{4/7}$ بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون. ابتداء من مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية، ثم كل أسبوعين بعد ذلك، لكن سلالات الخيار تختلف فى مدى استجابتها لهذه المعاملات، حيث ازدادت مع ميل السلالة نحو الذكورة، وانخفضت فى السلالات العالية الأنثوية. كما أن عدد الأزهار المذكرة المنتجة فى النباتات المعاملة لم يكن بالقدر الكافى لاستخدام السلالة الأنثوية المعاملة كمصدر لحبوب اللقاح عند إنتاج الهجن بين السلالات الأنثوية وبعضها البعض.

وبسبب تلك المشاكل كان الاتجاه نحو استخدام نترات الفضة فى المعاملة بدلاً من حامض الجبرلليك، حيث يثبط أيون الفضة فعل الإثيلين؛ ومن ثم يحفز إنتاج الأزهار المذكرة فى السلالات الأنثوية بدرجة تزيد عما فى حالة المعاملة بحامض الجبريلك.

لقد وجد أن مركبات؛ مثل نترات الفضة، وأمينوإيثوكسى فنيل جليسين أكثر فاعلية من الجبريللين فى هذا الشأن، علمًا بأن لموعد المعاملة بأى من هذين المركبين والتركيز المستعمل أهمية كبيرة فى تحديد العقدة التى يبدأ عندها التحول من إنتاج

الأزهار المؤنثة إلى إنتاج الأزهار المذكرة. كما أن تأثير أيون الفضة (الذى يثبط — بشدة — فعل الإثيلين) يتأثر بالضوء، وتختلف السلالات فى استجابتها للمعاملة.

وقد وجد More & Munger (١٩٨٦) أن أكثر معاملات نترات الفضة تأثيرًا كانت الرش بتركيز ٢٥٠ جزءًا فى المليون فى مرحلة الورقة الحقيقية الأولى. وأدى الرش مرة أخرى — فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية — إلى إنتاج أعلى نسبة من الأزهار المذكرة. وكان Hunsperger وآخرون (١٩٨٣) قد تمكنوا من تحويل سلالات الخيار الأنثوية إلى ذكرية، برش النباتات ٣–٤ مرات بنترات الفضة بتركيز ٢٠٠–٤٠٠ جزء فى المليون، مع إعطاء أول رشة فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى، والرشات التالية كل أربعة أيام بعد ذلك.

كما ظهر أكبر عدد من الأزهار المذكر على نباتات الخيار من صنف ديالا — الذى يعقد بكريًّا — عندما رُشَّت مرتان بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون من نترات الفضة بدءًا من مرحلة الورقة الأولى. وأعطى الرش ٢–٣ مرات بتركيز ٢٠٠–٥٠٠ جزء فى المليون بدءًا من الورقة الأولى أكبر عدد من العقد التى تحمل أزهارًا مذكرة. وقد أضرت المعاملة بتركيز ٥٠٠ جزء فى المليون — مؤقتًا — بنمو المجموع الخضرى. ولم يكن للمعاملة بنترات الفضة أى تأثير على حيوية حبوب اللقاح (Kasrawi ١٩٨٨).

وازداد عدد الأزهار المذكرة التى تكونت على نباتات سلالة الخيار الأنثوية PMS بزيادة تركيز نترات الفضة التى عُوملت بها من ٠,٠١٪ إلى ٠,٠٤٪، وذلك من ٢,٨٪ أو ٧,٤٪ إلى ٢٢,٥٪ أو ٣٦,٢٪ حسب موسم النمو. وكان التركيز المثالى لنترات الفضة ٠,٠٢٪ فى الربيع، و٠,٠٣٪ فى النهار الطويل. هذا.. ولم تؤثر المعاملة بنترات الفضة فى إنتاج الأزهار المذكرة فى سلالة الخيار وحيدة الجنس وحيدة المسكن PKTZ (Stankovic & Prodanovic ٢٠٠٢).

وتستخدم حاليًّا ثيوسلفات الفضة silver thiosulfate على نطاق واسع لتحقيق نفس الهدف، وذلك لأجل إكثار السلالات الأنثوية، وهو يتميز عن نترات الفضة

باستمرار فاعليته لفترة أطول، فضلاً عن كونه أقل سمية للنباتات عن نترات الفضة، كما أنه لا يُحدث استطالة غير مرغوب فيها فى النباتات أو تشوها بالأزهار المذكرة المنتجة كما تُحدثه معاملة حامض الجبريلك (Robinson ٢٠٠٠).

## استخلاص البذور

تستخلص بذور الثمار الناتجة من التلقيحات فى برامج التربية يدويًا. أما بذور المربى، وبذور الهجن التجارية.. فتستخلص من ثمارها آليًا.

وقد صمم Wehner وآخرون (١٩٨٣) آلة لاستخلاص البذور على النطاق الضيق، يمكنها استيعاب نحو ١٠٠ ثمرة فى الدقيقة، وتستخدم فى زراعات إنتاج البذور التى تقل مساحتها عن هكتار.

كما أمكن تصميم آلة لاستخلاص البذور من ثمار التلقيحات فى الخيار تُناسب الثمار الفردية وتوفر فى وقت استخلاصها (Wehner & Humphries ١٩٩٥).

# التضاعف

## النباتات الرباعية التضاعف

إن الخيار نبات ثنائى، ولكن أمكن مضاعفة كروموسوماته بنقع البذور فى محلول الكولشيسين؛ بتركيز ٠,٥٪ — ١,٠٪ لمدة ٦-٢٤ ساعة فى حرارة ٢١ ْم. وقد أحدث التضاعف التأثيرات التالية:

١- انخفض المحصول إلى النصف.

٢- انخفضت خصوبة النباتات إلى الخمس، وذلك من واقع مقارنة عدد البذور المكتملة الحيوية بالثمار.

هذا .. بينما لم يؤثر التضاعف فى طعم الثمار بأية درجة ملحوظة ( Smith & Lower ١٩٧٣).

## إنتاج النباتات الأحادية ومضاعفتها

يؤدى اشعاع حبوب لقاح الخيار بجرعة ٠,١ kGy قبل استخدامها فى التلقيح إلى تحفيز الإنتاج الوفير من الأجنة الأحادية (Faris وآخرون ١٩٩٩).

ولقد أمكن إنتاج نباتات خيار أحادية مضاعفة بمزارع لأجنة نمت بطريقة بكرية ثم فُصِلَت ونُمِّيَت فى بيئة صناعية، وذلك بالطريقة التالية:

١- حث تكوين الأجنة البكرية بالتلقيح بحبوب لقاح عُوملت بأشعة جاما بجرعة ٠,٥ كيلوجراى kGy من الكوبالت المشع $Co^{60}$.

٢- فصل الأجنة البكرية فى بداية تكوينها وزراعتها فى بيئة أجنة.

٣- استبعاد الأفراد غير المرغوب فيها باستعمال واسمات SSR للخيار والكنتالوب.

٤- تحديد مستوى التضاعف بالـ flow cytometry.

٥- مضاعفة الكروموسومات بالكولشيسين للنبيتات بتركيز ٥٠٠ ميكرومول وهى فى البيئة الصناعية.

٦- أقلمة النباتات وتلقيحها ذاتيًّا (Dolcet-Sanjuan وآخرون ٢٠٠٦).

وأمكن التوصل إلى بروتوكول كامل لإنتاج نباتات أحادية متضاعفة من الخيار مرَّ بالمراحل التالية: إنتاج أجنة أحادية بالتلقيح بحبوب لقاح عُرِّضت للإشعاع، وعزل الأجنة، وزراعة الأجنة فى بيئة صناعية، وتنمية نباتات أحادية منها، ومضاعفة كروموسوماتها بتوليد نباتات من explants ورقية منها، وأقلمتها، والتلقيح الذاتى للنباتات الأحادية المضاعفة المنتجة، ثم تقييمها (Galazka وآخرون ٢٠١٥).

وفى طريقة أخرى لمضاعفة النباتات الأحادية.. غُمِرت نباتات الخيار الأحادية — وهى بعمر شهر واحد فى بيئة صناعية in vitro — فى محلول مائى من الكولشيسين بتركيز ٠,٥٪ أو ١٪ لمدة ساعتين أو أربع ساعات. وأعقب ذلك شطف البادرات ثلاث

مرات بالماء المعقم، وتركها على ورق نشاف معقم للتخلص من الماء الزائد. قُطِّعت أجزاء صغيرة من الأطراف القاعدية والقمية للنبيتات – يحتوى كل منها على عقدة واحدة – ونقلت إلى أنابيب اختبار تحتوى على بيئة E20A، وتلى ذلك أقلمة النباتات السليمة ونقلها إلى خليط من البيت والرماد البركانى تحت الرش الضبابى.

ولقد أمكن بهذه الطريقة إنتاج نباتات أحادية مضاعفة بمعدل ٥٣٪ عندما كانت المعاملة بالكولشيسين بتركيز ٠,٥٪ لمدة ٤ ساعات، وبمعدل ٦٠٪ عندما كانت المعاملة بتركيز ١٪ لمدة ساعتين (Caglar & Abak ١٩٩٧).

## استحداث الطفرات فى الخيار

أمكن عن طريق معاملة حبوب اللقاح فى الخيار بأشعة جاما بجرعات تراوحت بين ١,٠، و١٠ كيلوراد kR إنتاج ١٠ طفرات متنحية، شملت: wy لصفة rimmed cotyledons (وهى الورقة الفلقية التى تكون بيضاء من وسطها ويحفها اللون الأخضر، وتصبح متموجة فيما بعد)، وal للورقة الفلقية الألبينو، وhn للورقة الفلقية الشبيهة بالقرن horn-like، و dwc-1، وdwc-2 للورقة الفلقية المتقزمة، وlg-1، و lg-2 للورقة الفلقية والأوراق الصغيرة الخضراء الباهتة اللون قبل أن تصبح بلون أخضر عادى فيما بعد، وshl للأوراق المنكمشة shrunken leaves، و hsl للأوراق ذات الشكل القلبى heart-shaped leaves (Iida & Amano ١٩٩١).

## وراثة الصفات فى الخيار

### قوائم جينات الخيار والجيرمبلازم الحامل لها

تتوفر قائمة بجميع جينات الخيار المعروفة مُقسمة إلى عشرة مجموعات، هى: واسمات البادرات، وطفرات الساق، وطفرات الأوراق، وطفرات الأزهار، وطفرات طُرُز الثمار، وطفرات لون الثمار، وجينات المقاومة، وتباينات البروتين (الأيزوزيمات)، وواسمات الدنا (الـ RFLPs، والـ RAPDs)، بالإضافة إلى الجينات التى أمكن عزلها (Call & Wehner ٢٠١١).

كما تتوفر فى جامعة ولاية نورث كارولينا سلالات وأصناف من الخيار تُمثِّل عددًا كبيرًا من الجينات والطفرات <http://cuke.hort.ncsu.edu/cucurbit/cuke/cukegenes.html>.

كذلك تتوفر قوائم بأصناف الخيار من مختلف الطُرُز التى أُنتجت فى جامعة ولاية نورث كارولينا، ومواصفاتها، وآبائها وأنسابها

<http://cuke.hort.ncsu.edu/cucurbit/cuke/ckgermplasm.html>.

## الصفات التى تجعل نبات الخيار مناسباً للدراسات الوراثية

يتميز نبات الخيار بعديد من الصفات التى تجعله مناسبًا للدراسات الوراثية، وهى كما يلى:

١- يحتوى نبات الخيار على أقل عدد من الكروموسومات بين جميع أنواع القرعيات المزروعة؛ الأمر الذى يسهل دراسات الارتباط.

٢- يمكن الحصول على مستويات مختلفة من التضاعف.

٣- دورة حياة النبات قصيرة، ويمكن زراعة ثلاثة أجيال سنويًا.

٤- تسهل زراعة النبات وإنتاجه فى الحقل والصوبة، ويمكن إكثاره جنسيًّا وخضريًا.

٥- يزهر النبات على مدى فترة زمنية طويلة نسبيًّا؛ مما يسمح بإجراء التلقيحات بين النباتات التى تتفاوت فى موعد الإزهار.

٦- الأزهار كبيرة نسبيًّا، ويمكن تلقيحها بسهولة، ولا يلزم إجراء عملية الخصى فى معظم الأصناف، إذ إنها وحيدة الجنس وحيدة المسكن.

٧- يمكن إجراء عدد من التلقيحات وإنتاج عدة ثمار بكل نبات، والعقد جيد، وتحتوى كل ثمرة على عدد كبير من البذور التى يسهل استخراجها.

٨- تنتج السلالات المرباة داخليًا دون مشاكل.

٩– لا توجد ظاهرة عدم التوافق.

١٠– تحتفظ البذور بحيويتها لفترات طويلة نسبيًّا، ولا تمر بفترة راحة قبل إنباتها (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦).

## طفرات البادرات والجينات المعلمة

تحدث الطفرات التى يكون بها نقص فى الكلوروفيل بصورة تلقائية، ومعظمها طفرات بسيطة متنحية. ويكون بعض هذه الطفرات مميتًا مثل طفرة الأوراق الفلقية الذهبية golden cotyledon (gc)، والطفرة المميتة المتنحية pale lethal (pl)، وطفرة نقص الكلوروفيل chlorophyll deficient (cd).. إلا أن طفرات أخرى كثيرة يتكون بها ما يكفى من الكلوروفيل لبقائها حية؛ مثل طفرات الأوراق الذهبية golden leaves (g)، والأوراق الفلقية الصفراء yellow cotyledons (yc-1، وyc-2)، والنبات الأصفر yellow plant (yp). أما الطفرة الحساسة للضوء light sensitve (ls).. فإنها تموت إذا تعرضت لأشعة الشمس المباشرة لمدة أسبوع واحد فى أى عمر، ولكنها تبقى حية إذا كان تعرضها للضوء بشكل غير مباشر. وقد حُصِلَ على هذه الطفرة بعد تعريض بذور الخيار لجرعة مقدارها ١٦٠٠٠ راد من أشعة جاما، وهى ذات تأثير متعدد. فإلى جانب حساسيتها لضوء الشمس المباشر.. فإن الأوراق الفلقية تكون صغيرة وباهتة اللون، والنباتات بطيئة النمو وقصيرة، وسلامياتها قصيرة، وأعناق الأوراق قصيرة، والأوراق والأزهار والثمار صغيرة.

**وتوجد طفرات أخرى تظهر بوضوح فى طور البادرة كذلك، وتصلح لأن تكون واسمات وراثية genetic markers؛ ومن أمثلتها ما يلى:**

١– طفرات قوية النمو وكاملة الخصوبة؛ مثل طفرتى الأوراق الملساء glabrous (gl)، و glabrate (glb)، وطفرة الأوراق المجعدة crinkled leaf (cr).

٢– طفرات خصبة نسبيًّا؛ مثل الأوراق الفلقية الملتفة إلى الوراء revolute cotyledon (rc).

هذا.. وتحمل سلالة الخيار NCG-093 طفرة الورقة الفلقية الملتفة revolute cotyledons، ويتحكم فيها جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز rc-2 (Wehner وآخرون ١٩٩٨).

٣- طفرات عقيمة – نسبيًّا – مثل: طفرة الورقة الفلقية المتقزمة stunted cotyledon (sc)، وطفرة الورقة المروحية ginko leaf (gi).

وتُعرف خمس طفرات لونية غير مميتة لبادرات الخيار، هى: v للون الأخضر المصفر virescent، و vvi للون الأخضر المصفر المرقط variegated virescence، و yc-1، و yc-2 للون الفلقات الأصفر، و yp للون النبات الأصفر؛ بالإضافة إلى أربع طفرات لونية مميتة، هى: cd لغياب الكلوروفيل chlorophyll deficient، و gc للفلقات الذهبية golden cotyledon، و ls للحساسية للضوء light sensetive، وpl للشحوب المميت pale lethal.

ومن بين جينات البادرات الأخرى غير اللونية: bi للخلو من المرارة bitterfree، وbl لغياب القمة النامية blind، وdl للنمو المتأخر delayed growth، وlh للسويقة الجنينية السفلى الطويلة long hypocotyl، وrc للأوراق الفلقية الملتفة revolute cotyledons، وsc للأوراق الفلقية المتقزمة stunted cotyledons (عن Call & Whener ٢٠١١).

## طفرات الأوراق

تؤثر ثمانى طفرات فى شكل الورقة، هى: bla لقمة الورقة غير الحادة blunt leaf apex، وcor-1، و cor-2 للورقة القلبية الشكل cordate leaves، و cr للورقة المجعدة crinkled leaf، وdvl للورقة المقسمة divided leaf، وgi للـ ginko leaf (من الجنس *Ginkgo*)، و ll للورقة الصغيرة little leaf، وul للورقة المظلية umbrella leaf.

ويتحكم الجين المتنحى opp لترتيب الأوراق المتقابل opposite leaf arrangement، وهو يرتبط بالجينين m، وl ونفاذيته penetrance غير تامة.

وتؤثر خمسة جينات فى اللون أو فى الصفات التشريحية، هى: g للورقة الذهبية golden leaves، و gl للورقة الملساء glabrous، وglb لنفس الصفة glabrate، وsp لعنق الورقة القصير short petiole، وtd لعديم المحاليق tendrilless (Call & Wehner ٢٠١١).

## صفة مرارة النمو الخضرى

يتحكم الآليل bi فى تثبيط تمثيل الكيوكربتسين (فى غياب المرارة)، بينما يتحكم الآليل السائد Bi فى تمثيل الكيوكربتسين (المسئول عن المرارة)، والذى يُعد جاذبًا لخنافس الخيار، ولكنه طارد للعنكبوت الأحمر والمن وبعض الحشرات الأخرى. كما يُعد الجين bi متفوقًا epistatic على الجين Bt الذى يزيد إنتاج محتوى الكيوكربتسين.

وعندما أُجرى تلقيح بين سلالتين من الخيار يخلو نموهما الخضرى من المرارة — هما NCG 093، و WI 2757 — كان الجيل الأول مرًّا، وانعزلت نباتات الجيل الثانى بنسبة ٩ مرة : ٧ غير مرة، وانعزلت نباتات التهجين الرجعى لأى من الأبوين بنسبة ١ مرة : ١ غير مرة. ويعنى ذلك وجود جين آخر متنحٍ للمرارة (فى السلالة NCG 093) غير الجين المعروف bi، وقد أُعطى هذا الجين الجديد الرمز bi-2 (Wehner وآخرون ١٩٩٨).

## صفات السوق وبنية النبات

يتحكم فى صفة النمو المحدود جين واحد متنح، يأخذ الرمز de؛ نسبة إلى الصفة determinate، وإن كان البعض يعتقد أن هذا الجين ذو سيادة غير تامة. ويتأثر فعل الجين بجين آخر محور هو In-de.

ويوجد جين آخر متنح يجعل النبات خاليًا من القمة لدى تعرضه لصدمة حرارية temperature shock، ويأخذ هذا الجين الرمز bl نسبة إلى الوصف الذى يتميز به هذا النبات وهو 'blind'. ويمنع تكوين المحاليق tendrils جين واحد متنح يأخذ الرمز td، له تأثيرات أخرى فى تركيب الثمرة والورقة.

وبالنسبة لطول النبات.. فإن الجين السائد T يتحكم فى صفة النبات الطويل tall، ويتحكم الجين المتنحى cp فى صفة النمو المندمج compact، والجين المتنحى dw فى صفة النمو المتقزم dwarf، ويؤدى كل من الجينين الأخيرين إلى تقصير سلاميات النبات.

وجدير بالذكر أن النباتات المندمجة cp cp تكون شديدة التقزم، ولا يزيد حجم بذورها على ثلث حجم بذور النباتات التى تحمل الآليل السائد Cp.

كما أن الجين de الخاص بالنمو المحدود يؤثر فى طول السلاميات، ولكنه لا يؤثر فى عددها (Kauffman & Lower ١٩٧٦). أما الجين in-de.. فيؤدى وجوده بحالة متنحية أصيلة مع الجين de إلى جعل النباتات متقزمة، وكثيرة الأوراق (George ١٩٧٠).

والخلاصة أن صفة النمو المندمج compact – التى يكون مردها لقصر السلاميات – يتحكم فيها الآليلات bu، و by ,، و cp، و cp-2. ورغم أن تلك الآليلات تتوزع على مواقع جينية مستقلة، فإنه يلزم إجراء مزيد من اختبارات الآليلية للتأكد من ذلك. ويتحكم الآليل dw فى تثبيط زيادة الثمار فى الحجم؛ مما يزيد من فترة صلاحيتها للاستهلاك قبل الحصاد. كما يتحكم الآليل De فى صفة النمو الخضرى المحدود، ويتأثر فعله بالجين المحور الذى يزيد من وضوح الصفة In-De.

ولجميع هذه الجينات أهمية خاصة عند التربية للصلاحية للحصاد الآلى.

وبينما يؤثر جين النمو المحدود (de) فى الخيار على النمو الخضرى حيث تكون النباتات قصيرة – تكون أقصر من العادية – وبعدد أقل من الفروع عما فى النباتات العادية (De).. فإن جين النمو المحدود لا يؤثر فى النمو الجذرى ( Grumet & Duvall ١٩٩٣).

وقد ظهرت طفرة متقزمة من الخيار تميزت بأن سلامياتها قصيرة، ومحاليقها ضعيفة النمو، وأزهارها صغيرة، وفى المقابل ازداد فيها عدد الأزهار المؤنثة والثمار،

وتقلصت فترة نموها. وظهر بالفحص المجهرى أن المظهر المتقزم كان مرده إلى تثبيط استطالة الخلايا. وقد تحكم فى هذه الطفرة جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز cp (Xin وآخرون ٢٠١٢).

وقد ذُكر أنه تُعرف سبع طفرات تؤثر فى طول الساق، هى: bu للنبات الشجيرى bush، و cp للنبات المندمج compact، و de للنمو المحدود determinate، و dw للنمو المتقزم dwarf، و T للساق الطويلة tall height، و In-de وهو مُركِّز للجين de. ويؤثر الجين ro للنمو المتورد rosette – كذلك – فى طول النبات ويجعل الأوراق تماثل فى شكلها أوراق الكنتالوب (عن Call & Wehner ٢٠١١).

وذُكِر وجود جين مسئول عن حمل عدة أزهار مؤنثة/عقدة. أعطى هذا الجين الرمز mp (من multiple pistillate flowers)، والرمز pf (من plural pistillate flowering) فى دراسة أخرى، وهو جين يُعرف منه ثلاثة آليلات، هى: $pf^+$ (للزهرة المؤنثة المفردة وهى صفة سائدة على ما عداها)، و $pf^d$ (للزهرتين المؤنثتين double / عقدة)، و $pf^m$ (للأزهار المتعددة multiple/ عقدة).

وذُكر – كذلك – أن صفة وجود الأزهار المؤنثة فى عناقيد يتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Mp-2، مع جينات أخرى محورة تؤثر فى عدد أزهار العنقود. كما تبين أن ظهور صفة الأزهار الكاملة فى عناقيد يتحكم فيها جينات تختلف عن تلك التى تتحكم فى عناقيد أزهار السلالات الأنثوية.

## صفات الأزهار

يتحكم زوج واحد من الجينات فى لون بتلات الأزهار الأصفر الفاتح مقابل اللون الأصفر البرتقالى مع سيادة اللون الأخير، ويأخذ الجين الرمز O.

ويتسبب الجين cl فى صفة الزهرة المغلقة closed flower التى تكون – كذلك – عقيمة ذكريًّا وأنثويًّا.

ومن جينات الأزهار الأخرى: الجين co للتويج الأخضر green corolla، وO للتويج الأصفر البرتقالى orange-yellow corolla، وn لاستجابة عنق الزهرة سالبًا

للجاذبية negative geotropic peduncle response. كذلك فإن الجين co يجعل البراعم الزهرية عقيمة أنثويًّا.

وتُعرف خمسة جينات للعقم الذكرى، هى: ms-1، و ms-2، وap، و cl، و gi. يتسبب كل من الجينين ms-1، وms-2 فى انهيار حبوب اللقاح قبل تفتح الزهرة، كما يجعل الجين ms-1 النباتات الحاملة له عقيمة أنثويًّا جزئيًّا. أما الجين ap (من apetalous) فإنه يحول المتوك إلى تراكيب شبيهة بالسبلات. وأما الجين gi (الـ ginko mutant) — وهو طفرة ورقية — فإنه يتسبب — فى العقم الذكرى ( Call & Wehner ٢٠١١).

وقد اكتشفت طفرة عقيمة الذكر تبدو فيها الأسدية طبيعية المظهر إلاّ أن حبوب لقاحها عقيمة pollen sterile، وتبين أنه يتحكم فى وراثتها جين واحد متنحٍ غير آليلى للجين ap (الخاص بصفة apetalous)، ولكنه آليلى لجين العقم الذكرى ms-2، وقد أُعطى هذا الجين الرمز $ms\text{-}2^{PS}$ (Zhang وآخرون ١٩٩٤).

## التعبير الجنسى

### وراثة التعبير الجنسى

تتوفر فى الخيار جميع حالات الجنس، وهى إنتاج أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة على نفس النبات (وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious)، وإنتاج أزهار مؤنثة فقط (أنثوية gynoecious)، وإنتاج أزهار مؤنثة وأزهار كاملة (gynomonoecious)، وإنتاج أزهار مذكرة وأزهار كاملة (andromonoecious)، وإنتاج أزهار كاملة فقط (hermaphroditic)، وإنتاج أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة وأزهار كاملة (trimonoecious) وإنتاج أزهار مذكرة فقط (androecious).

يتحكم فى صفة إنتاج الأزهار المؤنثة (حالة الـ gynoecious) جين واحد سائد يأخذ الرمز F، ولكن فعل هذا الجين يتأثر — بشدة — بالجينات المحوَّرة وبالعوامل البيئية. ولا يشترط أن تكون النباتات الحاملة لهذا الجين كاملة الأنوثة؛ فقد تكون

وحيدة الجنس وحيدة المسكن أو خنثى كذلك، ويتوقف ذلك على الجينات الأخرى التى تتفاعل مع الجين F، والخلفية الوراثية للسلالة، والظروف البيئية. ولكن السلالات الحاملة لهذا الجين السائد تكون فيها نسبة الأزهار المؤنثة أعلى منها فى السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة isogenic lines التى تحمل الآليل المتنحى f. ومن الجينات المؤثرة فى صفة الأنوثة الجين In-F الذى يزيد intensifies حالة الأنوثة (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦). كما يؤثر جين آخر (gy) فى صفة الأنوثة.

وقد وجد Kubicki أن صفة الذكورة (أى إنتاج أزهار مذكرة فقط androecious) يتحكم فيها عامل وراثى متنح أعطى الرمز a؛ فبينما تكون النباتات الحاملة للجين السائد A وحيدة الجنس وحيدة المسكن، تكون للنباتات ذات التركيب الوراثى aaff مذكرة فقط.

ويُذكر أن حالة الجنس فى الخيار يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية؛ هما: M، و F. وبينما يحدد الجين M وآليله m كون الزهرة مؤنثة (-M) أم كاملة (mm).. فإن الجين F وآليله f يحددان ما إذا كان النبات خاليًّا تمامًا من أية أزهار مذكرة (-F)، أم تظهر به بعض الأزهار المذكرة على العقد الأولى من الساق الرئيسية (ff). ينعزل الجينان مستقلين عن بعضيهما، وتكون التراكيب الوراثية الممكنة والأشكال المظهرية المقابلة لها كما يلى:

| التركيب الوراثى | الشكل المظهرى |
|---|---|
| M- F- | أنثوى gynoecious (أزهار مؤنثة فقط) |
| M- ff | وحيد الجنس وحيد المسكن monoecious (أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة على نفس النبات) |
| mm F- | خنثوى hermaphroditic (أزهار خنثى فقط) |
| mm ff | andromonoecious (أزهار مذكرة وأزهار خنثى على نفس |

ويتأثر ذلك كله بكل من الجينات المحورة والعوامل البيئية (عن Iezzoni & Peterson ١٩٨٠). وقد اقترح Iezzoni وآخرون (١٩٨٢) وجود جين آخر (M-2) إلى جانب الجين M

يؤثر فى صفة الجنس (الـ andromonoecy) بطريقة مكملة complementary، كما وجدوا أن كلا الجينين M، وM-2 يرتبط بشدة بالجين المسئول عن المقاومة لمرض الذبول البكتيرى.

كما يؤثر الجين Tr فى صفة النبات الـ trimonoecious (حمل النبات الواحد لأزهار مذكرة وأزهار مؤنثة وأزهار خنثى).

وقد وجد George (١٩٧١) جينًا سائدًا يسرع التحول من حالة إنتاج الأزهار المذكرة إلى إنتاج الأزهار المؤنثة، أُعطى الرمز Acr؛ نسبة إلى الصفة accelerator. ويتحكم الجين acr فى مدى كثافة صفة الأنوثة (Scot & Baker ١٩٧٥). وبالمقارنة.. وجد جين آخر متنح يؤخر الإزهار فى ظروف النهار القصير، وقد أُعطى الرمز df؛ نسبة إلى الصفة delayed flowering. وتبين أن حالة من سكون البذور ترتبط بهذا الجين فى الأجيال الانعزالية.

وفى دراسة أجريت على إحدى العشائر الوراثية، وُجد أن صفة حمل الأزهار المؤنثة — فقط — فى الخيار (صفة الـ gynoecy) يتحكم فيها جين واحد سائد أو ذو سيادة غير تامة، لكن العلاقة بين هذا الجين وما سبق اكتشافه من جينات لتلك الصفة لم تتحدد. وقد أمكن التعرف على واسمة RFLP ترتبط بهذا الجين، وتم تحويلها إلى واسمة SCAR تُفيد فى برامج التربية. وقد أُعطيت واسمة الـ SCAR تلك الرمز $SA_{200}$ (Lou وآخرون ٢٠٠٧).

كما أمكن التوصل إلى جينين: متنحٍ mod-F2، وسائد Mod-F1 يزيدان من كثافة التعبير الأنثوى فى الخيار (وهما الجينان المحمولان فى سلالتى الخيار 17-97، و S-2-98 واللذان يوصفا بأنهما subgynoecious؛ أى قريبين من الـ gynoecoy)، ويورثان مستقلين مع الجينين F، و M (Chen وآخرون ٢٠١١).

وقد درس Miller & Quisenberry (١٩٧٦) وراثة عدد الأيام من الزراعة إلى حين ظهور أول زهرة مؤنثة، وتوصلا إلى النتائج التالية:

١- كان معظم التباين الوراثى إضافيًّا، ولكن ظهرت سيادة جزئية لكل من صفة الإزهار المبكر وصفة تكوين أول زهرة عند عقدة أقرب لقاعدة الساق.

٢- يتحكم فى عدد الأيام — من الزراعة إلى حين ظهور أول زهرة مؤنثة — عدد قليل من الجينات. وكانت درجة توريث هذه الصفة عالية نسبيًّا؛ حيث تراوحت من ٠,٤٦ — ٠,٦٢.

٣- برغم اختلاف الأصناف فى سرعة إنبات البذور.. إلا أن هذه الصفة لم تكن ذات أهمية بالنسبة للمحصول المبكر، مقارنة بصفة عدد الأيام إلى حين ظهور أول زهرة بالنبات.

٤- كان للحرارة المنخفضة تأثير سلبى؛ إذ إنها أبطأت النمو النباتى، وأخرت ظهور أول زهرة إلى عقدة أبعد عن قاعدة الساق.

٥- كان الارتباط بين موعد الإزهار ومتوسط تاريخ الحصاد جوهريًّا وعاليًا، وبلغت قيمته ٠,٨٢.

هذا.. وتمر نباتات الخيار الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن بمراحل للنمو، تنتج فيها النباتات — على التوالى — أزهارًا مذكرة فقط، ثم أزهارًا مختلطة، ثم أزهارًا مؤنثة فقط.

## دور الإثيلين الداخلى فى تعيين الجنس

إن تعيين الجنس فى الخيار يتحكم فيه — كما أسلفنا — ثلاثة جينات (هى: F، وm، و a) تتفاعل معًا لإنتاج نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن (M- f-)، وأخرى أنثوية (M- F-). ويؤثر الإثيلين والعوامل التى تستحث تمثيل الإثيلين، مثل: 1-aminocyclopropane-1-carboxylase (اختصارًا: ACC) والأوكسين فى تحفيز التعبير الأنثوى كذلك. وقد وجد ارتباط تام (١٠٠٪) بين الواسمة الوراثية CS-ACSIG – التى تُشفر لتمثيل ACC synthase — ووجود الجين F، وأن كليهما فى نفس المجموعة الارتباطية، مع عدم حدوث أى انعزال بينهما (Trebitsh وآخرون ١٩٩٧).

وكما أسلفنا أيضًا.. فإن الجين F هو الذى يتحكم فى صفة الأنوثة gynoecy فى الخيار، وهو الذى يمكن أن يُحوَّر تأثيره بفعل جينات أخرى خاصة بالجنس، وبفعل العوامل البيئية والهرمونات. وكما فى كثير من القرعيات الأخرى.. فإن الإثيلين هو الهرمون النباتى الرئيسى الذى يُنظم التعبير الجنسى الأنثوى. ولقد أمكن عزل الجين Cs-ACSI (الخاص بتمثيل ACS، وهو: 1-aminocyclopropone-1-carboxylase synthase)، وهو الجين الذى يُشفر لتمثيل الإنزيم ACS المحدِّد لمعدل تمثيل الإثيلين فى مساره البنائى. وقد اقتُرِح أن Cs-ACSI يوجد فى نسخة واحدة فى النباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن ffMM، بينما تحتوى النباتات الأنثوية gynoecious (FFMM) على نسخة إضافية، هى: Cs-ACSIG، وهى – فى الواقع – الجين F، وهو الذى نشأ نتيجة ازدواج جينى gene duplication وانعزال بين Cs-ACSI، وجين branched-chain amino acid transaminase (Knopf & Tova ٢٠٠٦).

إن نباتات الخيار الأنثوية (-M- F) تُنتج الإثيلين بمعدل أعلى من إنتاجه فى النباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن (M- ff)، بينما لا يختلف إنتاج الإثيلين فى النباتات الـ andromonoecious التى تُنتج أزهارًا مذكرة وأخرى كاملة (mm ff) عما تُنتجه النباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن، ويقل عما تُنتجه النباتات الأنثوية. وقد ثبط الإثيلين تكوين الأسدية فى النباتات الأنثوية، بينما لم يكن له هذا التأثير فى النباتات الـ andromonoecious (Yamasaki وآخرون ٢٠٠١).

ولقد وجد أن الإثيلين لا يعمل – فقط – كمحفز للأنثوية فى الخيار من خلال الجين F، ولكنه يعمل – كذلك – كمثبط للذكورة من خلال الجين M (Liu وآخرون ٢٠٠٨).

## صفات الثمار

### لون الثمار غير الناضجة

يتحكم فى اللون الأبيض للثمار غير الناضجة– كما فى الصنف البلدى – جين واحد متنح يأخذ الرمز w (Abobaker ١٩٦٨). أما لون الثمار غير الناضجة الأخضر الفاتح.. فيتحكم فيه جين آخر متنح هو yg، واللون الأخضر هو السائد فى الحالتين.

ويذكر H. M. Munger أنه يوجد بصنف الخيار تيبل جرين Table Green جين ثالث متنح يجعل لون الثمار أخضر داكنًا. وعلى خلاف الأصناف الأخرى التى لا تحمل هذا الجين.. فإن ثمار هذا الصنف لا يتغير لونها إلى اللون الأخضر المصفر فى الجو الحار.

وتتميز ثمار أصناف البيوت المحمية الأوروبية بلمعانها وجلدها الرقيق ولونها الأخضر القاتم دون وجود لترقط أو تنقيط stippling بلون أخضر فاتح، وجميع تلك الصفات بسيطة، ويتحكم فيها الجين D للثمار الشاحبة dull اللون مقابل اللامعة، والجين te لجلد الثمرة الرقيق tender، والجين u للون الثمرة المتجانس uniform.

وقد اكتُشفت طفرة متنحية ذات أوراق وثمار بلون أخضر فاتح فى عشيرة الـ $M_2$ – لسلالة الخيار المحسنة 406 – بعد معاملة بذورها بالـ ethylmethane sulfonate. ووُجِدَ أن هذا الجين يقع فى الكلوروبلاستيدات، ويلعب دوره فى تمثيل الكلوروفيل (Lun وآخرون ٢٠١٦).

## لون الثمار الناضجة

يذكر Whitaker & Davis (١٩٦٢) أن لون الثمار الناضجة يتحكم فيه الجينان R، و C، ويكون انعزال التراكيب الوراثة والأشكال المظهرية فى الجيل الثانى كما يلى:

| التركيب الوراثى | النسبة | الشكل المظهرى |
|---|---|---|
| R- C- | ٩ | أحمر |
| R- cc | ٣ | برتقالى |
| rr C- | ٣ | أصفر |
| rr cc | ١ | كريمى |

أما Kooistra (١٩٧١).. فقد أوضح أن لون لب الثمار الناضجة يتحكم فيه زوجان من العوامل الوراثية؛ هما: w، و v، وأن وجودهما معًا فى صورة سائدة يجعل لون لب الثمار أبيض كالحاً dirty white، بينما يؤدى وجودهما معًا فى صورة متنحية إلى جعل لون الثمار برتقاليًا. وقد غير Robinson وآخرون (١٩٧٦) رمزى الجينين – فيما بعد – إلى wf، و yf على التوالى (الثمار البيضاء: Wf Wf Yf Yf، والثمار البرتقالية: wf wf yf yf).

## ملمس الثمار والأشواك ولونها وكثافتها

يتحكم فى وجود بروزات صغيرة — على سطح الثمار غير الناضجة — جين واحد سائد يأخذ الرمز Tu؛ نسبة إلى تلك النموات السطحية التى يطلق عليها اسم tubercles. كذلك يتحكم جين آخر سائد فى ظهور هذه البروزات على الثمار الناضجة التى يتميز بها الصنف النباتى *C. sativus* var. *tuberculatus*. يأخذ هذا الجين الأخير الرمز P؛ نسبة إلى الصفة Prominent tubercles، ويتأثر فعله بجين آخر يأخذ الرمز I؛ لأنه يزيد من حدة (intensifies) هذه البروزات. وللجين P تأثيرات متعددة أخرى؛ هى: لون الثمار الناضجة الأصفر، وتعريق الثمار، ولون النموات الخضرية الأخضر الفاتح. كما تتميز النباتات التى تحمل الجين Tu بأن جلد ثمارها مبرقش، وباهت، وسميك، وصلب (عن Robinson ١٩٧٦).

يعتبر لون الأشواك الأسود صفة بسيطة سائدة على اللون الأبيض، ويتحكم فيها الجين B. وقد اكتشف جين آخر يؤثر مع الجين الأول فى نفس الصفة — فى بعض التلقيحات – وأُعطى هذا الجين الأخير الرمز B-2. ويرتبط الجين B ارتباطًا تامًّا بالجين R الذى يتحكم فى لون الثمار الناضجة، والجين H الذى يتحكم فى ظهور شبك كثيف heavy netting بالثمار. ويعتقد البعض بوجود موقع جينى واحد للصفات الثلاث. ويوجد جين آخر متنح، يتحكم فى كل من دقة الأشواك (fine spines)، وكثافتها (spine frequency)، ويأخذ الرمز s. أما وجود الأشواك ذاته فيتحكم فيه جين واحد سائد على صفة غياب الأشواك.

وقد ذُكِرَ أن صفة لون الأشواك الأسود فى ثمرة الخيار يتحكم فيها جين واحد من اثنين سائدين، هما: B، و C، وتكون الأشواك بيضاء اللون فى التركيب الوراثى المتنحى الأصيل bb cc. ولم يظهر ارتباط بين صفة لون أشواك الثمرة وصفة مرارة الأوراق الفلقية (Shanmugasundaram وآخرون ١٩٧١).

كما ذُكِرَ أنه يتحكم فى لون أشواك الثمرة spines الجينات: B، و B-2، و B-3، و B-4 مع سيادة الأشواك السوداء على البيضاء. ويتأثر عدد وحجم الأشواك بالجينات -s

1، و s-2، و s-3. وتختفى أشواك وثآليل warts الثمار عند وجود الجين gl الخاص بالنمو الخضرى الأملس glabrous، ويزداد ظهورهما عند وجود جين الثمار المتدرنة Tu.

## شكل الثمار

يتحكم فى شكل الثمار الشبيه بثمرة عنب الثعلب gooseberry الجين gb. وتكون ثمار النباتات ذات التركيب الوراثى mm (التى تحمل أزهارًا مذكرة وأزهارًا خنثى andromonoecious) أسمك وأقصر. كذلك يرتبط الجين m بصفات ثمرية أخرى؛ منها عدد حجرات الثمرة، واستجابة عنق الثمرة للجاذبية، وربما كانت جميعها تأثيرات متعددة للجين m.

## انفصال الكرابل

وجد Wilson & Baker (١٩٧٦) أن صفة انفصال الكرابل سائدة على صفة التحام الكرابل، ويتحكم فيها ٢–٣ أزواج من العوامل الوراثية، وأنها ذات تباين إضافى عالٍ. وقد تراوحت درجة توريثها على النطاق الضيق من ٣٩٪ إلى ٤٥٪؛ مما يدل على إمكان التخلص من هذه الصفة بسهولة. هذا .. ولم يجد الباحثان أى ارتباط بين صفة انفصال الكرابل وأى من حالات الجنس.

## الثمار البكرية العقد

يتحكم فى إنتاج الثمار البكرية العقد الجين السائد $P_c$ وجينات أخرى محورة.

## التوائم الملتصقة

اكتُشفت صفة جديدة فى سلالة الخيار الأنثوى B 5263، وفيها يتكون بالنباتات الحاملة للصفة ثمرتان ملتصقتان ليكونا معًا ثمرة واحدة twin fused fruit. لا تظهر تلك الصفة إلا فى النباتات الأنثوية؛ حيث لم تظهر أبدًا فى النباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن. وقد تحكم فى هذه الصفة جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز tf؛ حيث كان

الانعزال بنسبة ٣ ثمار مفردة: ١ ثمار مزدوجة ملتصقة. إلاّ أن انعزال الجيل الثانى للتهجين بين السلالة B 5263 ونباتات سلالة وحيدة الجنس وحيدة المسكن، هو: ٩ أنثوية بثمرة مفردة، و ٤ وحيدة الجنس وحيدة المسكن بثمرة مفردة، و ٣ أنثوية بثمرتين ملتصقتين، و١ وحيدة الجنس وحيدة المسكن بثمرة مفردة؛ بما يدل على وجود تفوق، مع عدم التعبير عن جين الثمرة المزدوجة الملتصقة فى وجود جين النبات وحيد الجنس وحيد المسكن (Klosinka وآخرون ٢٠٠٦).

### مرارة الثمار

انعزلت مرارة الثمار فى الجيل الثانى بنسبة ٣ مرة : ١ غير مرة.

وانعزلت صفة لون الأشواك بنسبة ٩ سوداء : ٧ بيضاء.

وكان الجينان مستقلين فى وراثتهما، وجين المرارة مستقل عن جين الأنوثة F، بينما كان جينا لون الأشواك مرتبطين بالجين F (Cowen & Helsel ١٩٨٣).

## سكون البذور

يؤدى الجين المتنحى df فى حالة أصيلة إلى دخول بذور الخيار فى حالة سكون قوى، كما فى الصنف Baroda، ولكن مجرد وجود الآليل السائد Df فى حالة خليطة مع الآليل df لا تستعيد معه البذور الإنبات الطبيعى، ولكنه يقلل فترة السكون إلى ٨٥ يومًا. ومع ذلك فإن تأثير الآليل df يتوقف على الخلفية الوراثية للصنف أو السلالة؛ فهو فى الصنف Marketer لم يؤخر الإنبات. وقد أدت أى معاملة تمزقت بموجبها أغلفة الجنين integuments الداخلية (مثل الوخز والقطع).. أدت إلى التخلص من السكون فى التركيب الوراثى df df للصنف Baroda، ولكن بدا أن تأثير الأغلفة لا يعود إلى منعها البذور من التشرب بالماء، بدليل أن بذور Baroda التى كانت أغلفتها كاملة تشربت بالماء، ولكنها لم تنبت (Ali وآخرون ١٩٩١).

## صفات المقاومة للأمراض

من بين جينات المقاومة للأمراض المعروفة فى الخيار، ما يلى:

| الجين | المرض أو المسبب المرضى الذى يتحكم الجين فى مقاومته |
|---|---|
| Bw | الذبول البكتيرى |
| Scu | الجرب scab |
| Cca | Targe leaf spot |
| Foc | الذبول الفيوزارى |
| Wmv | فيرس موزايك البطيخ |
| Cmv | فيرس موزايك الخيار |
| psl | تبقع الأوراق الزاوى |
| zyf | Zucchini yellow fleck virus |
| Zymv | فيرس موزايك الزوكينى الأصفر |
| Ar، و cla | سلالات مختلفة من الأنثراكنوز |
| prsv أو prsv-2 | فيرس بقع الباباظ الحلقية |
| عدة جينات | البياض الدقيقى |
| عدة جينات | البياض الزغبى |

## الاستجابة للفترة الضوئية

يُعد الخيار من النباتات المحايدة بالنسبة للفترة الضوئية، إلاّ إنه تظهر أحيانًا طفرات حساسة للفترة الضوئية، وأمكن التعرف على جين متنحٍ يؤخر الإزهار (delayed flowering) فى النهار القصير، أُعطى الرمز df. ويعرف جين آخر يُعطى الإنطباع بالحساسية للفترة الضوئية بسبب تأخيره للإزهار، ولكنه يتسبب — فى الواقع — فى إجهاض البراعم قبل تفتحها فى ١٠٪ – ١٠٠٪ منها، ويعطى الرمز Fba (من flower bud abortion).

## جينات تحمل الظروف البيئية القاسية

يتحكم الجين الرئيسى sa وعديد من الجينات الأخرى فى تحمل الملوحة.

كما يتحكم الجين الرئيسى Sd فى تحمل تلوث الهواء بثانى أكسيد الكبريت.

ويتحكم فى تحمل البادرات للبرودة الجين السائد Ch (عن Call & Wehner ٢٠١١).

## وراثة الصفات غير النووية

ثبت أن دنا الميتوكوندريات يورث عن طريق الأب (حبوب اللقاح) — فقط — فى الخيار (Matsura وآخرون ١٩٩٨).

# دراسات التكنولوجيا الحيوية

## الواسمات الوراثية الجزيئية

أمكن التعرف على ١٤ QTLs لصفات البنية النباتية plant architecture فى الخيار، كانت موزعة على النحو التالى: ثلاث لصفة عدد الفروع الجانبية، واثنتان لصفة الطول الكلى للفروع الجانبية، وثلاث لصفة طول الفرع الرئيسية، واثنتان لصفة طول السلامية، واثنتان لصفة قطر الساق الرئيسية، واثنتان لصفة طول عنق الورقة، مع توريث مضيف لكل QTL منها تراوح بين ١,٦٪، و ٢٩,٥٪. ووجدت تأثيرات جوهرية للتفاعل بين الـ QTL والبيئة فى خمس QTLs لصفات عدد الفروع الجانبية، والطول الكلى للفروع الجانبية، وطول الساق الرئيسية، وطول السلامية. وقد تراوحت درجة التوريث على النطاق العريض للست صفات بين ٨,٥٪، و ٤٧,٠٪ (Li وآخرون ٢٠٠٨).

وقد لخص Weng (٢٠١٤) جينات الخيار الموسومة جزيئيًّا والـ QTLs للصفات البسيطة (٢١ جين)، وجينات المقاومة للأمراض (٥٤ جين/QTLs)، وصفات النمو والتطور (١٢٨ جين/QTLs). وقد وجد أن جميع هذه الجينات/QTLs (وعددها ٢٠٣) تقع على الكروموسومات 1، و 5، و6 ، مع حمل أربعة منها — فقط — على الكروموسوم 7.

كما لخص Miao وآخرون (٢٠١٤) دراسات الوراثة الجزيئية التى أجريت فى الصين، والتى تتعلق بتحديد مواقع بعض الجينات gene mapping فى الخيار، وقد

تضمنت جينات المقاومة لكل من البياض الدقيقى والبياض الزغبى والذبول الفيوزارى والـ target leaf spot ولفحة الساق الصمغية وفيرس موزايك البطيخ، وكذلك جينات مرارة الثمار ومظهرها الخارجى (الجلد البراق، والجلد الأخضر الداكن، والشعيرات، والأشواك الثمرية البيضاء، ولون الثمار المكتملة التكوين الأحمر، والشبك الكثيف بالثمار المكتملة التكوين)، بالإضافة إلى جينات لون الأوراق الأخضر المصفر، وارتفاع النبات، وصفات البادرة.

## الخرائط الجزيئية والجينوم

أمكن عمل خريطة وراثية/سيتوبلازمية لجينوم الخيار تضمنت ٩٩٥ SSRs فى سبع مجموعات ارتباطية شملت مسافة ٥٧٣ سنتى مورجان cM، بمتوسط مسافة قدرها ٠,٥٨ cM بين كل واسمتين. وقد تبين أن من بين الواسمات الـ ٩٩٥، وجدت ٤٩٪ منها فى الكنتالوب، و ٢٦٪ فى البطيخ، و٢٢٪ فى القرع العسلى (conserved) (Ren وآخرون ٢٠٠٩).

وقد استخدمت ٢٤٨ واسمة microsatellite فى رسم خريطة جزيئية لسبع مجموعات ارتباطية فى الخيار توزعت على امتداد ٧١١,٩ سنتى مورجان، بمتوسط مسافة قدرها ٢,٨ سنتى مورجان. ويمكن أن تمثل هذه المجموعات الارتباطية السبع كورموسومات الخيار السبعة. وقد تبين أن جينات صفات بشرة الثمرة الأربعة (u الخاص بلون الثمرة غير المكتملة التكوين المتجانس uniform immature fruit color، و d الخاص بلون جلد الثمرة اللامع glossy fruit skin، و H الخاص بالشبك الغزير بالثمار المكتملة التكوين heavy netting of mature fruit skin، و fr الخاص بتضليع الثمرة fruit ribbing) ترتبط بشدة على الكروموسوم 5. كما وجد أن ثلاث جينات (F الخاص بصفة الجنس الأنثوى gynoecious sex expression، و bi الخاص بعدم مرارة النمو الخضرى bitterfree foliage، و v-1 الخاص بالورقة الخضراء المصفرة) تُحمل على مواقع مختلفة من الكروموسوم 6 (Miao وآخرون ٢٠١١).

وللاطلاع على التفاصيل الخاصة بجينوم الخيار.. يُراجع Huang وآخرين (٢٠٠٩).

## التحول الوراثى

يمكن الإطلاع على بروتوكول لإنتاج الخيار المحول وراثيًّا فى Chee (٢٠٠١).

## الفصل السادس

# أساسيات تربية الكوسة والقرع العسلى وبعض القرعيات الثانوية

تنتمى الكوسة والقرع العسلى للجنس *Cucurbita*، وهو الذى يتضمن ١٢ أو ١٣ نوعًا، تحتوى جميعها على ٢٠ زوجًا من الكروموسومات، وجميع كروموسوماتها صغيرة يصعب دراستها بالطرق التقليدية.

ويذكر Paris & Brown (٢٠٠٥) (أنه يُطلق على ثمار الـ *Cucurbita* المأكولة الكروية أو الكروية تقريبًا اسم قرع عسلى pumpkin، بينما يُطلق على ثمارها غير الكروية اسم كوسة squash، فى الوقت الذى يُطلق فيه على ثمار الـ *Cucurbita* غير المأكولة اسم جورد gourd، إلا أن الاسم جورد يمكن أن يُستخدم — كذلك — فى الإشارة إلى ثمار أجناس أخرى من العائلة القرعية.

ومن الأجناس الأخرى التى تضمها العائلة جنسان لهما أهمية زراعية فى جنوب شرق آسيا، وهما: *Benincasa hispida* (الذى ينتمى إليه الجورد الشمعى wax gourd، أو كنتالوب الشتاء winter melon)، و *Luffa acutangula* (الذى ينتمى له اللوف الزاوى angled luffa).

هذا.. ونجد أن القرعيات أعلاه التى تنحرف فيها كثيرًا نسبة القطر القطبى (من طرف العنق إلى الطرف الزهرى) إلى القطر الاستوائى عن ١:١ .. نجد أنها غالبًا ما تزرع لأجل ثمارها غير المكتملة النمو، بينما تُزرع تلك التى تنحرف فيها النسبة قليلاً عن ١:١ لأجل ثمارها الناضجة.

وجدير بالذكر أن ثمار الجنس *Cucurbita* لبية pepo، تختلف — من حيث الشكل واللونين الخارجى والداخلى — باختلاف الأصناف. ويتوقف شكلها على اتجاه الانقسام الميتوزى فى بداية المرحلة الأولى لنمو الثمرة. ففى الثمار المستطيلة.. تكون

خيوط المغزل موازية للمحور الطولى للثمرة فى معظم الانقسامات. أما فى الثمار الكروية.. فإن اتجاه خيوط المغزل يكون عشوائيًا.

وتوجد البذور فى تجويف يتكون فى مركز الثمرة عند النضج، والبذور بيضاوية الشكل، تبلغ أبعادها حوالى ٠,٦ × ١,٢ سم، لونها أبيض إلى رمادى فاتح، وسطحها خشن قليلاً.

## الجنس *Cucurbita*

### الأنواع النباتية والمحصولية التابعة للجنس والقرعيات القريبة منه

يُعرف من الجنس *Cucurbita* خمسة أنواع مزروعة (هى: *C. argyrosperma*، و *C. ficifolia*، و *C. maxima*، و *C. moschata*، و *C. pepo*) وحوالى عشرة أنواع برية.

وجميع أنواع الجنس *Cucurbita* وحيدة الجنس وحيدة المسكن.

تتميز ثمار الأنواع البرية بقشرتها شديدة الصلابة وببذورها الملجننة؛ مما يوفر لها حماية من آكلات الأعشاب. وقد تبقى الثمار دون تحلل لفترات طويلة بعد موت النباتات، ولا يبقى منها بعد فترة طويلة من التخزين سوى القشرة الصلبة والعنق والبذور، وقد تبقى تلك الثمار لقرون عديدة؛ بما يسمح للأثريين من النباتيين بدراسة تاريخ انتشارها. كما أن الثمار الجافة السليمة تطفو على سطح الماء، بما يسمح بانتشارها مع التيارات المائية.

هذا.. وتعرف أنواع نباتية مختلفة من الجنس *Cucurbita* بنفس الاسم العادى common name، كما أن أسماء عادية مختلفة — مثل الكوسة، والقرع العسلى، والـ cushaw، والجورد — يمكن أن تنتمى لنوع نباتى واحد.

وتقسم أصناف الكوسة squash إلى: كوسة صيفى summer squash (والتى تسمى أحيانًا باسم vegetable marrow)، وكوسة الشتاء winter squash، حسبما إذا كانت

الثمار تستهلك غير مكتملة التكوين أم مكتملة التكوين. ويفيد مصطلح كوسة الشتاء صلاحية الثمار للتخزين جيدًا خلال فصل الشتاء.

وتتبع معظم أصناف الكوسة الصيفى النوع *C. pepo*، إلاّ أن أصناف كوسة الشتاء قد تكون *C. pepo* (مثل الصنف Acorn)، أو *C. maxima* (مثل الصنف Hubbard)، أو *C. moschata* (مثل الصنف Butternut)، أو *C. argyrosperma* (مثل الصنف Green Striped Cushaw).

وحاليًّا.. يُستخدم مصطلح القرع العسلى pumpkin بصورة عامة وليس له معنى نباتى مُحَّدد. هذا.. إلاّ إنه يُشير إلى أى كوسة شتاء تُستخدم فى عمل الفطائر، أو فى تغذية الحيوانات. وبينما يُطلق مصطلح كوسة الشتاء على بعض أصناف النوعين *C. maxima*، و *C. moschata* فى الولايات المتحدة، فإنها غالبًا ما تسمى قرع عسلى فى الهند ودول أخرى.

ويطلق اسم كوُشاو Cushaw على صنف كوسة شتاء ذات رقبة ملتوية، إلاّ إنه لا يقتصر على نوع واحد؛ فالصنف Green Striped Cushaw – يتبع *C. argyrosperma*، بينما يتبع الصنف Golden Cushaw النوع *C. moschata* .

ويُستخدم مصطلح جورد gourd – غالبًا – للدلالة على أى نوع قرعى (cucurbit) لا يُستخدم كغذاء، مثل الأنواع البرية من الجنس *Cucurbita*، ومنها الجورد البرى من *C. pepo* الذى تستخدم ثماره لأغراض الزينة كديكور. وجميع طُرز الجورد ذات قشرة شديدة الصلابة (عن Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

## نشأة وموطن وتاريـخ زراعة أنواع الجنس *Cucurbita*

يُستدل من الدراسات الحديثة أن كل المحاصيل المزروعة من الجنس *Cucurbita* نشأت من نوع برى مختلف فى العالم الجديد، على الرغم من عدم اكتمال وضوح الرؤية بالنسبة لأسلافها. وربما كان النوع الأمريكى الجنوبى *Cucurbita andeana* (الذى يستوطن الأرجنتين، وهو ذو ثمار مرة) هو سلف *C. maxima* وهما يتلقحان معًا بسهولة

تامة، والنوع *Cucurbita sororia* هو سلف *C. argyrosperma*. أما *C. pepo* المستأنس فيبدو أنه نشأ من سلفيين مختلفين لكل من تحت النوع *pepo*، و *ovifera*. وتدل الشواهد على أن *C. pepo ovifera* قد نشأ من كل من *C. pepo* subsp. *fraterna*، و *C. pepo* subsp. *ovifera* var. *texana*، و *C. pepo* subsp. *ovifera* var. *ozarkana*. أما *C. pepo* subsp. *pepo* فإنه لا يتشابه — وراثيًّا — مع أى من الأنواع البرية الأخرى؛ فهو يحمل دنا ميتوكوندريونى mt DNA متفرد. ويشترك النوع *C. moschata* فى بعض خصائص الدنا الميتوكوندريونى مع *C. sororia*، إلاّ أنه — غالبًا — ليس سلفًا له. أما *C. ficifolia* فهو مختلف عن أى من الأنواع المعروفة.

ويُعرف النوع *Cucurbita ficifolia* باسم جورد مالابار Malabar gourd (أو الجورد ذو الأوراق الشبيهة بأوراق التين fig-leaf gourd)، وقد كانت نشأته فى الهضاب المرتفعة بالمكسيك. كذلك زرع هذا النوع المتحمل للبرودة — والذى ينمو على ارتفاعات تصل إلى ٢٦٠٠ م من سطح البحر – فى جبال الإنديز فى بيرو من قديم، ونقل إلى آسيا بعد فترة وجيزة من اكتشاف العالم الجديد، حيث تحملت ثماره — التى يمكن أن تبقى لمدة سنتين — الرحلات البحرية الطويلة ( Robinson & Decker – Walters ١٩٩٧).

تُعد أنواع الجنس *Cucurbita* المزرعة من أقدم النباتات التى استأنسها الإنسان. وترجع أدلة زراعة *C. pepo* لنحو ١٠٠٠٠–٩٠٠٠ سنة قبل الميلاد فى أمريكا الوسطى، يليها زراعة *C. argyrosperma* منذ نحو ٧٠٠٠ سنة قبل الميلاد فى المكسيك، و *C. moschata* منذ ٧٠٠٠ سنة قبل الميلاد فى جنوب المكسيك، و*C. ficifolia* منذ ٥٠٠٠ سنة قبل الميلاد فى بيرو، و *C. maxima* منذ ٤٠٠٠ سنة قبل الميلاد فى بيرو. كما توجد شواهد على زراعة *C. ecuadorensis* منذ ١٠٠٠٠–١٢٠٠٠ سنة فى الإكوادور.

وتؤكد الدراسات الأثرية — كما أسلفنا — على تواجد عشائر برية من *C. pepo* فى المكسيك وشرق الولايات المتحدة منذ حوالى ١٠٠٠٠، و ٣٠٠٠٠ سنة، على التوالى.

ويبدو أن استئناس ذلك النوع حدث بصورة مستقلة فى كلا المنطقتين. وكان *C. pepo* أول ما أُدخِل إلى أوروبا من أنواع الجنس *Cucurbita*.

وقد زُرع *C. moschata* لأول مرة فى المكسيك، وأمريكا الجنوبية، وجنوب غرب الولايات المتحدة قبل عصر كولمبس. وربما حدث استئناسه بصورة مستقلة فى كلٍ من المكسيك وأمريكا الجنوبية. ويبدو أن استئناس *C. argyrosperma* حدث فى جنوب المكسيك.

هذا.. وكانت معظم الأنواع تُستأنس لأجل بذورها المأكولة، ثم زُرعت لأجل قشرة ثمارها الصلبة التى استخدمت كأوانى، وكانت الكوسة والقرع أغذية هامة (عن Hancock ٢٠٠٤).

وتبعًا لسرور وآخرين (١٩٣٦).. فإن القرع بأنواعه المختلفة كان يوجد فى مصر قديمًا، وكان يطلق عليه فى اللغة المصرية القديمة لفظة دبا. وقد شاهده فى مصر عبد اللطيف البغدادى.

## وصف أنواع الجنس *Cucurbita*

يُعد *C. pepo* شديد التنوع المورفولوجى، ويشتمل على عدة طُرز من الكوسة الصيفى (الـ vegetable marrows، وذى الرقاب الملتوية crooknecks، وذى الرقاب المستقيمة straightnecks، والزوكينى zucchinis، والكوكوزِل cocozelles، والاسكالوب scallops)، وجورد الزينة، وقرع الشتاء (الـ acorns)، والقرع العسلى، وأصناف فريدة مثل Vegetable Spaghetti. وتُعد ثمار هذا النوع الأكثر تنوعًا فى الشكل بين أنواع القرعيات.

وتُنتج بعض أصناف *C. maxima* أكبر ثمار القرع حجمًا، وثمار هذا النوع برتقالية، أو خضراء، أو رمادية اللون، وتكون ناعمة أو مضلعة، وكروية أو بيضاوية، ويظهر بها — أحيانًا — نتؤ أو بروز عند الطرف الزهرى. والبذور تكون غالبًا كبيرة الحجم وممتلئة، وبلون أبيض أو بنى، ومجعدة أو ملساء.

ولقد تم تغيير الاسم *C. mixta* إلى *C. argyrosperma*، وثماره كمثرية الشكل، وكريمية اللون بها خطوط خضراء مبرقشة.

وثمار النوع *C. moschata* تكون غالبًا كبيرة الحجم وملساء، وبها نتؤات، أو مجعدة، وتكون أحيانًا مبرقشة ولكن غالبًا ما تكون خضراء أو بلون أصفر باهت. وتتحمل أصناف قرع الشتاء التى من هذا النوع التخزين بصورة جيدة، وجودتها عالية.

ويعرف النوع *C. ficifolia* باسم جورد ورقة التين fig leaf gourd؛ بما يشير إلى تشابه أوراقه مع ورقة التين، وهو يعرف – كذلك – باسم جورد مالابار Malbar gourd. وعلى الرغم من زراعته منذ فترة طويلة، فإنه لا يوجد فيه كثير من التنوع الوراثى. الثمار غالبًا ما تكون كبيرة الحجم بيضاء أو باللونين الأخضر والأبيض، ولُب أبيض ليفى خشن. وتشبه الثمرة فى شكلها ثمرة البطيخ. وهو نوع *Cucurbita* الوحيد الذى تكون بذوره سوداء اللون، رغم أن بعض سلالاته ذات بذور بلون رصاصى (Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

ومن أصناف قرع الشتاء الأخرى الصنف كاسابا Casaba، الذى تتميز ثماره بقشرتها الصفراء، وبأن بها أخاديد (furrowed)، ولبها أبيض عالى الجودة. كذلك فإن ثمار الصنف جوان كانارى Juan Canary تكون صفراء ومطاولة وبلب أخضر فاتح. وثمار الصنف كرنشو Crenshaw عصيرية جيدة الطعم ولبها برتقالى اللون، ولكنها لا تُخزن ولا تصلح للشحن مثل ثمار الصنف هنى ديو أو كاسابا أو جوان كانارى. وقد أُنتج الصنف هنى جولد Honey Gold، الذى يتميز بلب ثماره البرتقالى.

ويبلغ طول ثمار بعض أصناف مجموعة الـ Flexuosus حوالى ١٥٠ سم، كما فى الصنف Cooking Queen. وتكون الثمار ملتوية غالبًا إلاّ إذا رُبِّيت النباتات رأسيًّا، حيث تكون الثمار حينئذ مستقيمة: ومنها أيضًا الـ snake melons (القثاء) الشائع فى الشرق الأوسط، والذى تستهلك ثماره غير المكتملة التكوين كما يؤكل الخيار، والذى يمكن لثماره العقد فى حرارة أكثر ارتفاعًا عن تلك التى يمكن أن تعقد عليها ثمار الخيار. أما الصنف Armenian Cucumber فهو ليس بخيار، وإنما هو كنتالوب من مجموعة الـ Flexuosus.

وتُنتج أصناف مجموعة الـ Conomon التى تستخدم فى التخليل ثمارًا صغيرة قصِمة ذات لب أبيض ومحتوى منخفض من السكر.

## الصفات المميزة للأنواع المزروعة من الجنس *Cucurbita*

يمكن التمييز بين الأنواع المزروعة من الجنس *Cucurbita* على أساس شكل كل من عنق الثمرة، والساق، والورقة، والبذرة، كما يلى:

١- النوع *C. argyrosperma*:

أ- عنق الثمرة: صلب — مضلع ولكنه يصبح مستديرًا عند النضج — فِلِّينى — يفترش قليلاً عند اتصاله بالثمرة.

ب- الساق: صلبة — لها زوايا- وبها أخاديد.

ج- الورقة: متوسطة التفصيص — بها شعيرات ناعمة.

د- البذرة: بيضاء عادة — قد تكون كبيرة جدًّا — ملساء أو منشقة — حافتها مميزة ملساء أو خشنة وداكنة أحيانًا.

٢- النوع *C. ficifolia*:

أ- عنق الثمرة: صلب — مُضلع بنعومة — يفترش قليلاً عند اتصاله بالثمرة.

ب- الساق: صلبة - مضلعة بنعومة.

ج- الورقة: مفصصة — مستديرة تقريبًا — شوكية قليلاً.

د- البذرة: سوداء عادة ورصاصية أحيانًا — سطح البذرة منقر تنقيرًا دقيقًا — الحافة ناعمة وضيقة.

٣- النوع *C. maxima*:

أ- عنق الثمرة: ليِّن — مستدير — فلينى غالبًا — لا ينبعج عند اتصاله بالثمرة.

ب- الساق: ليِّنة — مستديرة.

ج- الورقة: غير مفصصة عادة — مستديرة تقريبًا — لينة.

د- البذرة: بيضاء إلى بنية — ممتلئة غالبًا — السطح أحيانًا مشقق أو مجعد — الحافة ضيقة جدًّا.

٤- النوع *C. moschata*:

أ- عنق الثمرة: صلب — مضلع بنعومة — يفترش كثيرًا عند اتصاله بالثمرة.

ب- الساق: صلبة — توجد بها أخاديد ناعمة.

ج- الورقة: مستديرة تقريبًا إلى متوسطة التفصيص.

د- البذرة: لونها أبيض باهت إلى بنى — سطحها ناعم إلى خشن قليلاً — الحافة واضحة وخشنة وداكنة غالبًا.

٥- النوع *C. pepo*:

أ- عنق الثمرة: صلب — مضلع — يفترش قليلاً أحيانًا عند اتصاله بالثمرة.

ب- الساق: صلبة — مضلعة — بها أخاديد — شوكية.

ج- الورقة: مفصصة تفصيصًا راحيًّا عميقًا- شوكية.

د- البذرة: لونها أبيض شاحب إلى رصاصى — سطحها ناعم — الحافة واضحة وناعمة غالبًا (عن Robinson & Decker–Walters ١٩٩٧).

## الأصناف البستانية لأنواع الجنس *Cucurbita*

تُقسم الأصناف البستانية بالنوع *C. pepo* — حسب شكل الثمرة — إلى ثمانى مجموعات، كما يلى:

١-القرع العسلى pumpkin: الثمرة برتقالية كروية أو بيضاوية.

٢-الاسكالوب scallop: الثمرة صغيرة مبططة وحوافها محارية (بها نتؤات مدورة).

٣–الأكورن acorn: الثمرة صغيرة شبه كروية – بها أخاديد – ومدببة فى طرفها الزهرى.

٤–ذو الرقبة الملتوية crookneck: الثمرة مطاولة وبرقبة ملتوية.

٥–ذو الرقبة المستقيمة straight neck: الثمرة اسطوانية وبرقبة مستقيمة.

٦–الـ vegetable marrow: الثمرة قصيرة وأسطوانية وتستدق من الطرف الزهرى العريض إلى طرف العنق الضيق.

٧– الكوكوزل cocozelle: الثمرة طويلة أسطوانية وتستدق من الطرف الزهرى الكبير نحو الطرف الآخر – تبلغ نسبة طولها إلى قطرها ٣٫٥ أو أكثر.

٨– الزوكينى zucchini: الثمرة طويلة أسطوانية وقد تستدق قليلاً نحو الطرف الزهرى أو لا تستدق.

هذا.. وتنتمى مجموعات القرع العسلى والـ vegetable marrow، والكوكوزِل، والزوكينى لتحت النوع ssp. *pepo*، بينما تنتمى باقى المجموعات لتحت النوع ssp. *ovifera*.

ويُعد صنف الزوكينى ذات الثمار داكنة الخضرة Black Zucchini – والذى أُدخل فى الزراعة فى عام ١٩٣١ – أكثر الأصناف انتشارًا فى الزراعة فى الولايات المتحدة، إلاّ أن الأصناف الأقل إخضرارًا (مثل الكوسة Cousa) هى الأكثر انتشارًا فى الشرق الأوسط.

ويُعد الصنف Table Queen – الذى أُدخل فى الزراعة فى عام ١٩١٣ – أحد أصناف قرع الشتاء من *C. pepo*. ثمار هذا الصنف صغيرة ومضلعة كما يُعد الصنف Delicata – الذى أُدخل فى الزراعة فى عام ١٨٩٤ – صنف آخر من قرع الشتاء، وثماره أُسطوانية ولونها كريمى بخطوط خضراء، وجيدة الطعم.

أدخل الصنف Cocozelle فى الزراعة فى عام ١٩٣٤، والصنف Caserta فى عام ١٩٤٩، وكلاهما من أصناف الكوسة الصيفى الشائعة. ويُنتج الصنف Caserta نسبة عالية من الأزهار المؤنثة؛ ولذا.. يكثر استخدامه كأم عند إنتاج الهجن.

ويشيع استخدام الصنف Yellow Crookneck والأصناف المماثلة فى جنوب الولايات المتحدة ككوسة صيفى، وهى تتميز برقابها الملتوية وبقشرتها الصلبة التى تكثر بها النتوءات عند اكتمال تكوينها. أما الأصناف ذى الرقاب المستقيمة فيبدو أنه جرى انتخابها من الأصناف ذى الرقاب الملتوية، وثمارها صفراء، ومن أمثلتها الصنف Early Prolific Straightneck.

ويُعد الصنف White Bush Scallop من الكوسة الصيفى، وهو يتميز بنموه الخضرى القصير.

ولقد زرع الصنف Connecticut Field فى الولايات المتحدة منذ أكثر من مائتى عام. وحديثًا شاع استخدام أصناف القرع العسلى ذى الثمار الصغيرة، مثل Baby Bear، و Munchkin، و Jack O'Lantern، وجميعها من *C. pepo*.

أما الـ Vegetable Marrow التى تُزرع فى المملكة المتحدة وأماكن أخرى فإنها تؤكل فى جميع مراحل تكوينها. ويُعد الصنف Vegetable Spaghetti من الأصناف غير العادية لهذه المجموعة، ويعتقد بأنه نشأ فى منشوريا. وتتميز ثماره المكتملة التكوين بأن نسيجها المأكول (اللُب) يتكون من خيوط تشبه المكرونة الاسباجيتى. ولقد طُوِّر من هذا الصنف صنفًا آخر (الصنف Organetti) يتميز بلونه البرتقالى وارتفاع محتواه من المواد الكاروتينية، وبنموه الخضرى القصير.

ويُعرف جين واحد وجينات أخرى محورة تمنع تكوين الغلاف البذرى فى *C. pepo*، وأمكن الاستفادة من ذلك فى إنتاج أصناف قرع عسلى بدون غلاف بذرى (nacked seeds)، مثل الصنفين: Lady Godiva، و Triple Treat. ونظرًا لأن الغلاف البذرى يُعد نسيجًا أميًّا، فإن التلقيح الخلطى فى الحقل لا يؤثر فى إنتاجها للبذور العارية فى نفس الجيل الإنتاجى.

**وتعرف ثلاث مجموعات صنفية من *C. moschata*، هى كما يلى:**

١- Cheese: تتباين ثمارها فى الشكل وإن كانت غالبًا مبططة وبقشرة باهتة اللون. ومن أمثلتها الصنف القديم Cheese وهو ذو لب أصفر.

٢- ذو الرقبة الملتوية: الثمرة كروية عند الطرف الزهرى، وبرقبة طويلة مستقيمة أو ملتوية.

٣- Bell: الثمرة ناقوسية الشكل إلى أسطوانية تقريبًا.

**أما مجموعات أصناف وسلالات *C. maxima* فتشمل ما يلى:**

١- Banana: الثمرة طويلة ومدببة عند طرفيها — القشرة لينة وبذورها بنية اللون.

٢- Delicious: الثمرة معممة ومضلعة قليلاً — القشرة صلبة والبذور بيضاء.

٣- Hubbard: الثمرة بيضاوية تستدق عند طرفيها بانحناءة. القشرة شديدة الصلابة. والبذور بيضاء.

٤- Marrow: الثمرة بيضاوية إلى كمثرية تستدق سريعًا عند طرفها الزهرى، وتدريجيًّا عند قاعدتها — البذور بيضاء.

٥- Show: الثمرة كبيرة برتقالية اللون — القشرة لينة والبذور بيضاء.

٦- Turban: الثمرة بشكل العمامة. ومن أمثلتها الصنف Buttercup، وهو من قرع الشتاء عالى الجودة — ثماره داكنة الخضرة، وكذلك الصنف Turk's Turban ذى الثمار الغنية بالألوان.

هذا.. وتكثر الأصناف ذى النمو الخضرى القصير فى معظم أصناف الكوسة الصيفى (من *C. pepo*)، وفى بعض أصناف *C. maxima* (مثل الصنف Emerald) من قديم،

إلاّ إن تلك الأصناف لم تعرف فى *C. moschata* إلاّ حديثًا، ومن أمثلتها الصنف Burpee Butter Bush.

## الهجن النوعية فى الجنس *Cucurbita*

### إمكانيات التهجين

يقسم Whitaker (١٩٧٤) أنواع الجنس *Cucurbita* – حسب قابليتها للتهجين مع الأنواع الأخرى – كما يلى:

١– تتوفر مجموعتان من الأنواع التى تعيش فى المناطق الصحراوية الجافة xerophytic، ولا تُلقح أنواع أى منهما مع أنواع المجموعة الأخرى، تنمو أنواع كلتا المجموعتين فى صحراء شمال المكسيك وجنوب غرب الولايات المتحدة. وتتضمن المجموعة الأولى النوع *C. foetidissima*، بينما تتضمن المجموعة الثانية الأنواع *C. palmata*، و *C. digitata*، و *C. cordata*، و *C. cylindrata*.

٢– تتوفر مجموعتان أخريان من الأنواع التى تعيش فى المناطق المتوسطة الرطوبة mesophytic. تتضمن المجموعة الأولى منهما الأنواع: *C. martinezii*، و *C. lundelliana*، و *C. okeechobeensis* وهى معمرة غالبًا. وتتركز المجموعة الثانية حول النوع *C. sororia*، الذى يعد قريبًا من *C. pepo*. هذا.. ويُلقح *C. lundelliana* (وهو مقاوم للبياض الدقيقى) مع كل الأنواع المزروعة تقريبًا، وعديد من الأنواع البرية عند استخدامه كأم فى التهجينات، وهو يستخدم كقنطرة لنقل الجينات الهامة بين الأنواع المزروعة التى يصعب تهجينها معًا.

ويبين جدول (٦–١) تلخيصًا لإمكانيات إجراء التلقيح بين مختلف أنواع الجنس *Cucurbita*.

كما يبين شكل (٦–١) مخططًا لإمكانيات إجراء التهجينات النوعية فى الجنس *Cucurbita*.

جدول (٦-١): إمكانيات إجراء التلقيح بين مختلف أنواع الجنس ***Cucurbita*** (عن **Hazara** وآخرين ٢٠٠٧).

| | النوع | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١- | *C. moschata* | SC | *** | * | * | *** | CC * |
| ٢- | *C. pepo* | *** | SC | *** | * | * | CC + |
| ٣- | *C. mixta* | * | *** | SC | * | *** | CC + |
| ٤- | *C. maxima* | * | * | + | SC | ** | CC (x) |
| ٥- | *C. ficifolia* | * | ** | *** | ** | SC | CC (x) |
| ٦- | *C. lundelliana* | CC (x) | CC + | CC + | CC (x) | CC (x) | SC |

SC = متوافق ذاتيًّا self compatible.

CC = متوافق خلطيًّا cross compatible.

* = يمكن الحصول على نباتات جيل أول جيدة النمو ولكنها تكون عقيمة ذاتيًّا.

** = يُحصل على عدد قليل من بذور الجيل الأول ولكن النباتات تكون ضعيفة النمو.

***= تكون نباتات الجيل الأول قليلة وضعيفة النمو وعقيمة ذاتيًّا.

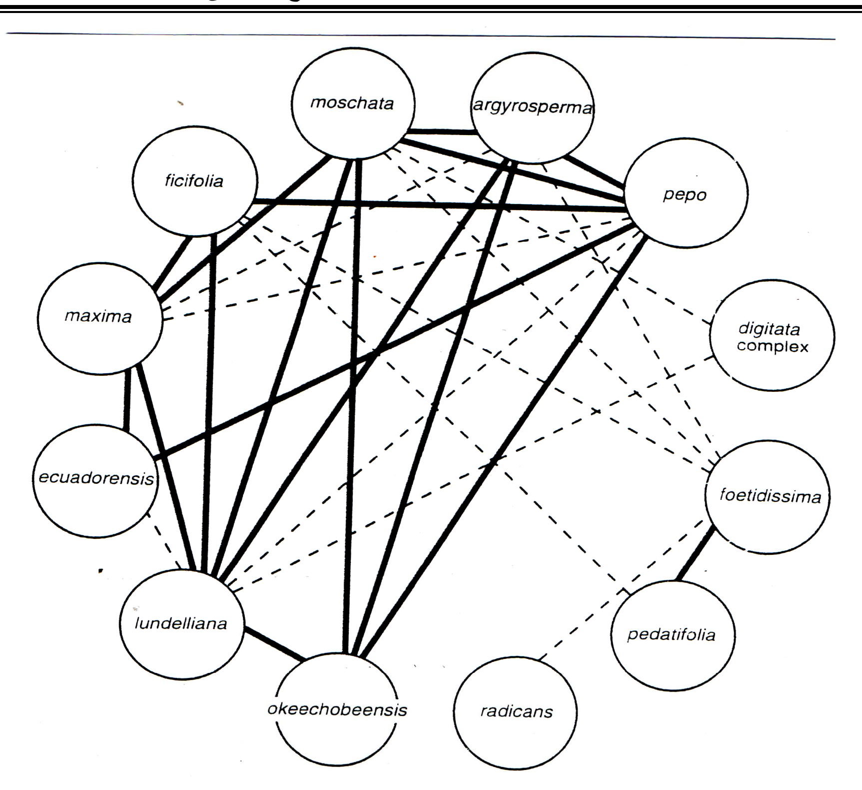
+ = بذور الجيل الأول تكون صغيرة وبادراتها ضعيفة النمو.

(x) — نباتات الجيل الأول تكون خصبة.

**ولقد أُجريت مجموعة من الهجن النوعية فى الجنس *Cucurbita* كانت نتائجها مختلفة، كما يلى:**

١- تهجينات تدهورت ثمارها فى خلال ٧-١٠ أيام من التلقيح — ربما بسبب تدهور الأجنة — وهى:

- Green Striped Cushaw (*C. argyrosperma*) × Eskandrani (*C. pepo*).
- Butter nut (*C. moschata*) × Arizona Synthetic No.1 (*C. foetidissima*)
- Eskandrani (*C. pepo*) × Arizona Synthetic No.1 (*C. foetidissima*)
- Eskandrani (*C. pepo*) × Green Hubbard (*C. maxima*)




شكل (٦-١): مُخطط لإمكانيات إجراء التهجينات النوعية فى الجنس ***Cucurbita***. يشمل الـــ **Digitata Complex** الأنواع ***C. digitata***، و ***C. palmata***، ***C. cylindrata***، و ***C. cordata***، وهى التى تُعد تحت أنواع للنوع ***C. digitata***. تشير الخطوط المتصلة إلى الهجن النوعية التى تكون خصبة جزئيًّا على الأقل. تُشير الخطوط المتقطعة إلى الهجن الناجحة، ولكن مع عقم نباتات الجيل الأول الهجين (**Robinson & Decker –Walters ١٩٩٧**).

٢- تهجينات أكملت فيها الثمار نموها وأعطت بذورًا جافة احتوت على أجنة ناضجة إلا أن الفلقات كانت أثرية أو غير مكتملة التكوين، وهى:

- Eskandarani (*C. pepo*) × Pink Banana (*C. maxima*)
- Eskandarani (*C. pepo*) × Green Striped Cushaw (*C. argyrosperma*).

٣- أدت زراعة الأجنة المتحصل عليها من التهجين: Eskandarani (*C. pepo*) × Green Striped Cushaw (*C. argyrosperma*) إلى إنتاج نبيتات استمرت فى نموها (Aggour وآخرون ١٩٩٩).

## وسائل التغلب على معوقات إنتاج الهجن النوعية

يصعب إجراء التهجينات بين مختلف الأنواع المزروعة من الجنس *Cucurbita*، كما تكون نباتات معظم الهجن النوعية عقيمة غالبًا؛ بسبب عدم قدرة الأزهار المذكرة على إنتاج حبوب لقاح خصبة.

**ولقد أمكن التغلب على بعض مشاكل إنتاج الهجن النوعية بمراعاة بعض الأمور، كما يلى:**

### استخدام أصناف مختلفة من نفس النوع

يُفيد استخدام أصناف مختلفة من نفس النوع فى زيادة فرص نجاح الهجن النوعية؛ الأمر الذى يدل على عدم تجانس أصناف القرع فى العوامل الوراثية المسئولة عن عدم نجاح الهجن النوعية فى هذا الجنس.

فعلى الرغم من إمكان إجراء التهجين *C. moschata* مع *C. pepo* فإن التوافق بينهما يتأثر كثيرًا بالتركيب الوراثى للآباء، حيث تتهجن بعض الأصناف معًا بسهولة أكبر عن غيرها. ويفيد أن يكون أحد أبوى الهجين النوعى هجينًا صنفيًّا؛ بسبب زيادة التباين الوراثى الجاميطى فى الهجن الصنفية. وقد نُقلت صفة النبات القصير الشجيرى bush من *C. pepo* إلى *C. moschata*، كما نُقلت صفة المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر من الصنف Nigerian Local للنوع *C. moschata* إلى الصنفين Tigress، و Taguar من *C. pepo*.

ومن الممكن إجراء التهجين النوعى *Cucurbita maxima* × *C. moschata*، ولكنه تهجين صعب؛ فعقد الثمار يكون شديد الانخفاض، وإذا ما عُقِدت ثمرة من بين عديد من التلقيحات فإنها غالبًا ما تخلو من البذور أو تحتوى على بذور قليلة العدد،

كما يكون الهجين المنتج — عادة — على درجة عالية من العقم. هذا.. إلاّ أن منتجى البذور اليابانيون تمكنوا من إنتاج ذلك الهجين النوعى بكفاءة عالية مكنتهم من تسويقه تجاريًّا.

وكان أول الأصناف التجارية المنتجة من الهجين النوعى *C. maxima* × *C. moschata* هو هجين قرع الشتاء Tetsukabuto، الذى أُنتج من التهجين بين الصنف Delicious من *C. maxima*، والصنف المبكر Kurokawa No. 2 من *C. moschata*. وكان سرِّ النجاح فى إنتاج هذا الهجين وغيره هو الاختيار المناسب لأصناف الآباء التى تتوافق معًا فى تهجيناتها.

ويتعين عند إنتاج هذا الهجين الحذر من التلوث بحبوب لقاح الأمهات من النوع *C. maxima* التى تنمو فى مياسم نباتاتها بسرعة كبيرة عن حبوب لقاح الآباء التى من النوع *C. moschata* ويكون لها قدرة تنافسية عالية؛ مما يترتب عليه إنتاج نسبة عالية من بذور الأمهات التى نتجت جراء التلقيح الذاتى لها.

## وسائل دفع الآباء للإزهار

تعد أكبر مشكلة تواجه إنتاج الهجن النوعية فى الجنس *Cucurbita* أن معظم الأنواع البرية — وهى استوائية المنشأ — نادرًا ما تزهر لدى زراعتها فى المناطق الشمالية؛ أى فى ظروف النهار الطويل، وقد تمكن Nienhuis & Rhodes (١٩٧٧) من دفع بعض الأنواع للإزهار؛ بتطعيمها على أصول من أنواع أخرى كما يلى:

١- كان *C. pepo* أفضل أصل لتشجيع إزهار النوعين *C. palmata*، و *C. pedatifolia*.

٢- تساوى *C. ficifolia* مع *C. pepo* فى تأثيرهما كأصول محفزة لإزهار النوع *C. okecehobeensis*.

٣- أزهر النوع *C. palmata* عندما طعم على النوع *C. mixta*.

٤- كانت أقل الأصول تأثيرًا على تحفيز الإزهار تلك المتحصل عليها من النوعين *C. maxima*، و *C. moschata*.

## استخدام الأنواع القنطرية

يفيد استخدام الأنواع القنطرية bridge species فى زيادة فرص نجاح الهجن. ولا يتوفر — إلى الآن — أى دليل على حدوث هجن نوعية طبيعيًّا بين أى من الأنواع الأربعة المزروعة. ومن الناحية التطورية.. يعد *C. moschata* همزة الوصل بين الأنواع الثلاثة الأخرى المزروعة من الجنس.

وعلى الرغم من إمكان التهجين بين الأنواع *C. pepo*، و *C. moschata*، و *C. maxima*، فإنه لا يتم بسهولة، وتكثر حالات العقم الذكرى فى نباتات الجيل الأول للهجن النوعية بينها، كما تكثر العقبات الجنسية فى الأجيال التالية للجيل الأول كذلك. هذا.. وقد أمكن التوصل إلى تسع سلالات قنطرية لتلك التهجينات النوعية interspecific-bridge lines أمكن استعمالها فى التغلب على عوائق التهجين ومشاكل العقم الذكرى فى الجيل الأول، وكان منها أربع سلالات ساعدت — كذلك — فى التخلص من العوائق الجنسية فى الأجيال التالية للجيل الأول (Zhang وآخرون ٢٠١٢).

## تعريض حبوب لقاح الأب المستخدم فى التلقيح لحرارة منخفضة

أمكن إنتاج الهجين النوعى *C. moschata* × *C. pepo* فى اليابان عندما خزنت حبوب لقاح الأب (*C. pepo*) على حرارة ١٠°م ابتداء من الساعة العاشرة مساء اليوم السابق للتلقيح، مع إجراء التلقيح فى الساعة السابعة صباحًا (عن Watts ١٩٨٠).

## اللجوء إلى مزارع الأجنة

يذكر Munger (١٩٩٠) أن هجينًا بين *C. moschata* كأم، و *C. pepo* كأب أُجرى فى عام ١٩٦٠ بين الصنف Butternut من *C. moschata* كأم، والصنف Yankee Hybrid من *C. pepo* كأب، وأنه أمكن عزل ثلاثة نباتات منه بواسطة مزارع الأجنة.

وقد استخدمت إحدى هذه العشائر الثلاث فى إجراء تلقيحات رجعية إلى الصنف Butternut؛ للاستفادة من صفات تبكير النضج، وتركيز عقد الثمار، والنموات الخضرية القصيرة نسبيًّا المتحصل عليها من *C. pepo*. كما استخدمت عشيرة أخرى فى تلقيحات رجعية إلى عدة أصناف من الكوسة. وقد أمكن تلقيح هذه الهجن الرجعية — بنجاح — مع الجيل الأول للهجين النوعى بين الصنف Butternut من *C. moschata* كأم، و *C. martinezii* كأب، وإنتاج عدة بذور حية من هذا التلقيح.

وقد انتخب فى النباتات الناتجة من هذا التلقيح لصفة المقاومة للبياض الدقيقى، ثم لقحت بعد ذلك — بسهولة تامة — مع عدة أصناف من الكوسة؛ وبذا.. أمكن نقل صفة المقاومة للبياض الدقيقى من *C. martinezii* إلى *C. pepo*.

ولقد أمكن إجراء عديد من التهجينات النوعية فى الجنس *Cucurbita* باللجوء إلى زراعة الأجنة غير المكتملة النمو فى البيئات الصناعية، ومن بين تلك التهجينات، ما يلى:

١- التهجين (*C. pepo* × *C. moschatat*) × *C. maxima*، لإنتاج ثمار بطعم جيد.

٢- التهجين *C. maxima* × *C. moschata*؛ بهدف زيادة محتوى الثمار من المواد الكاروتينية.

٣- التهجين *C. pepo* × *C. ecuadorensis*؛ بهدف نقل صفات المقاومة لبعض الأمراض.

٤- التهجين *C. martinenzii* × *C. pepo*؛ بهدف نقل صفتى المقاومة التامة لفيرس موزايك الخيار، والمقاومة للبياض الدقيقى (عن Plader & Rakoczy-Trojanowska ١٩٩٤).

كما أمكن إجراء التهجين والتهجين العكسى بين *C. maxima*، وكل من *C. foetidissima* (المقاوم لعديد من الفيروسات ولشدِّ الجفاف والذى يتميز بارتفاع محتوى

نمواته الخضرية من المواد الكربوهيدراتية)، و *C. ficifolia* (المقاوم بدرجة عالية للأمراض التى تُصيب النباتات عن طريق التربة)، وكان من الضرورى — لأجل الحصول على نباتات هجين — اللجوء إلى زراعة الأجنة غير المكتملة النمو فى بيئة صناعية، كذلك تمَّت المعاملة بالكولشيسين لأجل مضاعفة أعداد الكروموسومات. ولقد كانت الهجن المتحصل عليها عقيمة ذكريًّا وعقيمة جزئيًّا — فقط — أنثويًّا؛ الأمر الذى سمح باستمرار تهجينها مع *C. maxima* (Plader & Rakoczy-Trojanowska ١٩٩٤).

كذلك أمكن الحصول على ١٠ نباتات جيل أول هجين من ١٠٠ جنين من التهجين النوعى *C. marinezii* × *C. pepo* بعد زراعتها — فى مرحلة مبكرة من تكوينها — فى بيئة موارشيح وسكوج تحتوى على ٠,٠١ مجم IAA، و ٠,١ مجم kinetin/لتر. وقد أظهرت نباتات الجيل الأول هذه — مثل نباتات الأب البرى — مقاومة لكل من البياض الدقيقى وفيرس موزايك الخيار (Metwally وآخرون ١٩٩٦).

وأُجريت تهجينات بين ثلاثة أنواع من الجنس *Cucurbita*، هى: *C. moschata*، و *C. ficifolia*، و *C. martinezii* كآباء، و١٠ أصناف من *C. pepo* كأمهات. ولقد نجحت التهجينات — فقط — بين أربعة أصناف من *C. pepo*، هى: Eskandarani والهجن Queen، و Jedida، و MHTC77 وبين النوع *C. moschata*، فى الوقت الذى فشلت فيه التهجينات بين *C. pepo* وكل من *C. ficifolia*، و *C. martinezii*، وإن كان التهجينين Queen × *C. ficifolia*، و MHTC77 × *C. martinezii* قد أنتجا ثمارًا خالية من البذور. وعندما تم اللجوء إلى مزارع الأجنة فى التهجينين الأخيرين أمكن الحصول على كفاءة تجديد أو تنشئة regeneration بلغت ٤٠٪، و١٥٪، على التوالى (Rakha وآخرون ٢٠١٤).

## مضاعفة كروموسومات الجيل الأول الهجين

برغم صعوبة إجراء التهجينات بين الأنواع المزروعة.. فإن مضاعفة كروموسومات الجيل الأول الهجين تساعد — أحيانًا — على التغلب على حالة العقم التى تميز هذه الهجن.

ونوضح – فيما يلى – وضع بعض هذه الهجن النوعية المتضاعفة هجينيًّا amphidiploids:

| الهجين النوعى المتضاعف | درجة العقم أو الخصوبة |
| --- | --- |
| *C. maxima* × *C. pepo* | عقيمة تقريبًا |
| *C. maxima* × *C. mixta* | خصبة قليلاً |
| *C. maxima* × *C. moschata* | خصبة ذاتيًا، وعقيمة فى التلقيحات الرجعية مع الأبوين. |

وقد أمكن إنتاج الهجين النوعى *C. moschata* × *C. maxima*. وبرغم أن خصوبة الجيل الأول الهجين كانت منخفضة.. إلا أنه أمكن تحسينها بمضاعفة كروموسوماته ليصبح متضاعفًا هجينيًا amphidiploid. ومع ذلك.. فلم يكن إنتاج بذوره اقتصاديًا. ويعتبر صنف القرع Iron Cap – الذى أنتج فى عام ١٩٦٨ – عبارة عن جيل أول لهذا الهجين النوعى، وهو صنف يعيبه عدم إنتاجه لحبوب لقاح خصبة بكميات تكفى للعقد الجيد، ويتطلب توفير حبوب لقاح من أى من أبويه فى الحقل الإنتاجى لكى يكون العقد جيدًا (عن Whitaker & Bemis ١٩٧٦).

## أهمية الهجن النوعية

على الرغم من أن إجراء التهجين النوعى يُعد الخطوة الأولى فى برنامج طويل للتربية، إلا أن الجيل الأول للهجين النوعى *C. maxima* × *C. moschata* يستخدم – مباشرة – كأصناف من قرع الشتاء دونما أى تربية إضافية. وبينما نجد أن كلا النوعين وحيد الجنس وحيد المسكن مع زيادة كبيرة فى نسبة الأزهار المذكرة إلى المؤنثة، فإن الهجين النوعى بينهما يكون أنثويًّا gynoecious أو يحمل أزهارًا مؤنثة بصفة رئيسية. ويتميز هذا الهجين النوعى بإنتاجيته العالية جدًّا إذا كانت ظروف التلقيح جيدة (كان يزرع بالقرب منه صنفًا وحيد الجنس وحيد المسكن، لتوفير حبوب اللقاح التى تلزم للتلقيح الكامل وعقد الثمار).

هذا وتحدث ظاهرة أنثوية الهجين النوعى (الـ gynoecy) – كذلك – فى الهجين *C. pepo* × *C. ecuadorensis* (عن Robinson ٢٠٠٠).

وتُستخدم الأنواع البرية من الجنس *Cucurbita* فى تربية الكوسة لمقاومة الأمراض؛ فمثلاً.. يتميز النوعان *C. ecuadorensis*، و *C. foetidissima* بمقاومتهما لعدد أكبر من الفيروسات عن أى نوع آخر من الجنس *Cucurbita*. ويصعب كثيرًا استخدام الـ buffalo gourd فى تهجينات مع الكوسة؛ بسبب ضعف توافقهما معًا. ولقد أمكن نقل صفات المقاومة لبعض الفيروسات من *C. ecuadorensis* للنوع *C. maxima* (قرع الشتاء)، مثل فيروسات: موزايك الزوكينى الأصفر، وموزايك البطيخ، وبقع الباباظ الحلقية.

كذلك نُقلت صفتى المقاومة لفيرس موزايك الخيار والبياض الدقيقى من *C. okeechobensis* إلى كلٍّ من *C. pepo*، و *C. moschata* برغم صعوبة التهجين مع *C. pepo* — حتى مع اللجوء لمزارع الأجنة — مع عُقم الجيل الأول الهجين. وأمكن التغلب على تلك الصعوبات باللجوء إلى استعمال الأنواع القنطرية bridging species؛ مثل تلقيح *C. pepo* مع الجيل الأول للتهجين *C. okeechobeenis* × *C. moschata* (عن Robinson & Decker–Walters ١٩٩٧).

ويعتبر الهجين النوعى *C. maxima* × *C. moschata* غزير الإنتاج بسبب ما يتميز به من قوة هجين ولكثرة ما يُنتجه من أزهار مؤنثة. وبسبب قوة نموه العالية فإنه يُستخدم كأصل لكل من الخيار، والبطيخ، والكنتالوب. وقد استُخدم بكثرة فى اليابان كأصل لزيادة إنتاج محصول البذور فى القرعيات، وخاصة فى الخيار، الذى يزداد إنتاج بذوره — عند تطعيمه على هذا الأصل — بنسبة ٥٠٪ – ٦٠٪ (عن Robinson ٢٠٠٠).

لقد أصبحت الهجن النوعية بين قرع الشتاء *Cucurbita maxima*، والقرع العسلى *Cucucurbita moschata* هى الأصول المفضلة لكل من البطيخ والكنتالوب والخيار؛ ولذا.. يبحث المربون عن أفضل الآباء لتلك الهجن التى ينجح معها التهجن، والتى تُعطى أفضل الهجن كأصول. وفى إحدى الدراسات أُجريت — بداية — التربية الداخلية فى المادة الوراثية حتى جيل التلقيح الذاتى الخامس لأجل تنقيتها. وأُجرى الانتخاب فى هذه التراكيب الوراثية على أساس قوة الهجين وصفات السويقة الجنينية السفلى ومحصول

البذور. أُجرى ٢٣٤ تلقيحًا من مختلف التوافيق بين اثنتى عشرة سلالة من *C. maxima* وإحدى عشرة سلالة من *C. moschata*، وحُصل منها على ٧٩ ثمرة لهجن نوعية. كانت أعلى درجة من عدم التوافق فى التلقيح فى سلالات MO8 (وهى من *C. moschata*) فى كل التوافقات. وفى المقابل كانت سلالات قرع الشتاء MA4، و MA9، و MA12 (وهى من *C. maxima*) واعدة فى إنتاج محصول من البذرة الهجين. وكانت أفضل التهجينات الواعدة كأصول للقرعيات كلاً من: MA9 × MO8، و MA12 × MO2، و MA4 × MO8 (Karaagac & Balkaya ٢٠١٣).

وقد تناول King وآخرون (٢٠١٠) بالشرح الموجز موضوع تربية أصول مناسبة لتطعيم كل من البطيخ والكنتالوب والخيار، مع التركيز على مقاومة الأصول لأمراض التربة وتأثيراتها على محصول وجودة ثمار الطعوم.

## تداول أزهار الكوسة والقرع العسلى لأغراض التربية

### الإزهار وبيولوجى التلقيح الطبيعى

لا تختلف أزهار القرع عن أزهار بقية محاصيل العائلة القرعية سوى فى كونها أكبر منها حجمًا. وكل أصناف القرع — تقريبًا — وحيدة الجنس وحيدة المسكن، وتوجد بعض حالات الجنس الأخرى، ولكن انتشارها أقل مما فى بقية القرعيات. تُحمل الأزهار المذكرة على أعناق طويلة ورفيعة، بينما تحمل الأزهار المؤنثة على أعناق قصيرة وسميكة، تصبح بعد العقد بمثابة عنق أو سويقة الثمرة.

تتفتح الأزهار بدءًا من شروق الشمس حتى منتصف النهار. ويكون التلقيح خلطيًّا بدرجة عالية، ويتم أساسًا بواسطة النحل. يكثر نشاط النحل فى حقول الكوسة فيما بين الساعة الثامنة والتاسعة صباحًا، كما يتواجد النحل بدرجة أقل نشاطًا قبل ذلك حتى السادسة صباحًا، وبعد ذلك حتى منتصف النهار (McGregor ١٩٧٦).

إن الأزهار المؤنثة للكوسة تتفتح لمدة ٦ ساعات ثم تنغلق (فيما بين السادسة صباحًا والثانية عشرة ظهرًا)، ويكون تفتح الأزهار المذكرة وغلقها قبل المؤنثة بنحو نصف ساعة. وتُنتج الأزهار المؤنثة كمية أكبر من الرحيق ويزورها النحل بمعدلات أعلى من الأزهار

المذكرة. وتنخفض حيوية حبوب اللقاح (كما تتحدد باختبار الـ fluorescein diacetate) بمقدار ٢٠٪ خلال فترة تفتح الزهرة، وبسرعة أكبر بعد انغلاقها. ويرجع ذلك الانخفاض فى الحيوية إلى فقدها للرطوبة، وخاصة حول الثقب الذى تنبت منه الأنبوبة اللقاحية، والذى يكون عنده الجدار الداخلى intine معرضًا للجو الخارجى. أما فى الأزهار المؤنثة فتبقى المياسم جاهزة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ٤ أيام، والبويضات لمدة يومين (Nepi & Pacini ١٩٩٣).

وقد وجد أن أزهار صنف الكوسة الزوكينى Greyzini تتفتح عند الفجر وتُقفل عند منتصف النهار. وتُنتج الأزهار بنوعيها المؤنثة والمذكرة كميات جيدة من الرحيق الذى يحتوى على ٢٢–٤٠ مجم سكر/زهرة فى ست ساعات. وتُنتج الأزهار المؤنثة كميات أكبر جوهريًّا من سكر الرحيق عما تنتجه الأزهار المذكرة؛ بسبب زيادة تركيز السكر فى رحيقها مقارنة بتركيزه فى رحيق الأزهار المذكرة (٤٤٠ مجم مقارنة بـ ٣٢٥ مجم/مل). ويُعد الرحيق فى كل من الأزهار المؤنثة والمذكرة غنى بالسكروز؛ الأمر الذى لا يتغير خلال فترة تفتح الأزهار، ولكن ينخفض حجم الرحيق وتركيز السكر فيه كثيرًا فى خلال ست ساعات من غلق الأزهار، وخاصة فى الأزهار المؤنثة؛ علمًا بأن للنباتات القدرة على امتصاص معظم الرحيق غير المستعمل أو كله (Nepi وآخرون ٢٠٠١).

## طرق إجراء التلقيح الذاتى والتهجينات

يسهل إجراء التلقيحات فى الكوسة نظرًا لكبر حجم أزهارها وللزوجة حبوب لقاحها. يتم اختيار الأزهار المذكرة والمؤنثة التى يُرغب فى استخدامها فى التلقيح فى صباح اليوم التالى، وذلك فى اليوم السابق لإجراء التلقيح. يكون تويج الأزهار المناسبة للاختيار مغلقاً، وبلون أصفر خفيف عند قمتها، كما قد تكون قمة تويج الأزهار المذكرة منفصلة قليلاً، ويتم ربط قمة تلك الأزهار لمنع وصول أى حشرات إليها. وفى صباح اليوم التالى تُقطع زهرة مذكرة وتُفتح ويحك ما يوجد بها من حبوب لقاح على ميسم زهرة مؤنثة سبق ربطها. وبعد التلقيح تُكيس الزهرة المؤنثة الملقحة أو يعاد غلق تويجها لمنع الحشرات الملقِّحة من الوصول إليها، ويتم وضع بيانات التلقيح بعنق الثمرة الملقحة.

ونظرًا لأن حبوب لقاح الكوسة لا تتحمل التخزين فإنه يفضل دائمًا استعمال حبوب اللقاح الحديثة الإنتاج. هذا.. إلاّ أن حبوب اللقاح يمكن استخدامها من أزهار لم تتفتح بعد إذا ما خُزِّنت لأيام قليلة فى حرارة منخفضة ورطوبة عالية (Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

هذا.. ويمكن تلقيح أزهار الكوسة المؤنثة — بنجاح — عند وضع حبوب لقاح الأزهار المذكرة صباح يوم تفتحها على مياسم الزهرة المؤنثة صباح يوم تفتحها، أو قبل ذلك بيوم، أو حتى قبل ذلك بيومين فى الجو المعتدل (Robinson ٢٠١٠).

وتتباين أصناف وسلالات الكوسة والقرع العسلى فى قدرة بذورها على استكمال نموها بعد حصاد الثمار إذا ما تُركت لفترة (حوالى ١٠ أيام) فى ثمارها بعد الحصاد، أيًّا كانت الفترة من العقد لحين الحصاد. وبصورة عامة.. يستمر نمو ونضج البذور فى الثمار بعد حصادها وهى بعمر لا يقل عن ٣٥ يومًا من تفتح الأزهار (Vining & Loy ١٩٩٨).

## التضاعف

### إنتاج النباتات الرباعية التضاعف

تمكن Chekalin (١٩٧١) من إحداث التضاعف فى صنف القرع الهجين Gibrid 72، الذى ينتمى للنوع *C. maxima*؛ بمعاملة البذور بالكولشيسين أثناء إنباتها. وقد أدى التضاعف إلى نقص حجم الأزهار المؤنثة، وزيادة حجم الأزهار المذكرة، وزيادة حجم حبوب اللقاح، وزيادة سمك لُب الثمار الرباعية بمقدار ٦٧٪ عما فى الثمار الثنائية.

### إنتاج النباتات الأحادية ومضاعفتها

تم فصل مبايض أزهار الكوسة صنف اسكندرانى قبل تفتح الأزهار بيوم واحد (فى منتصف مرحلة تكوين الخلية الجرثومية الصغيرة وحيدة النواة، أو فى مرحلة متأخرة منه، وزرعت على بيئة موارشيج وسكوج تحتوى على ٣٠ جم سكروز و٨ جم آجار، ومزودة بالـ 2,4-D بتركيزات من ٠,١ إلى ١٠ مجم/لتر)، وأُعقب ذلك التحضين على ٢٥°م مع إضاءة ١٦ ساعة يوميًّا لمدة ٤ أسابيع، قبل نقلها لبيئة موراشيج وسكوج لمدة ٤ أسابيع أخرى. وقد

حُصِل على أكبر عدد من النباتات الأحادية من نمو بويضات المبايض التى زُرعت فى بيئة موراشيج وسكوج التى زودت بالـ 2,4-D بتركيز ١–٥ مجم/لتر من بين ٢٠ بيئة تم استخدامها. وقد أظهر الفحص السيتولوجى أن حوالى ٣٣٪ من النباتات التى نمت فى المزارع كانت أحادية (٢ ن = س = ٢٠)، بينما كانت باقى النباتات مضاعفة أحادية (٢ن = ٢س= ٤٠) (Metwally وآخرون ١٩٩٨ أ، ١٩٩٨ب).

ولقد كانت جميع السلالات المضاعفة الأحادية التى حُصِل عليها أقل جوهريًا فى جميع الصفات المورفولوجية — التى قيست — عن الصنف اسكندرانى، وكانت — كذلك — أقل منه جوهريًّا فى كل من المحصول المبكر والكلى (Metwally وآخرون ١٩٩٨ج).

كما تُنتج النباتات الأحادية فى القرع العسلى (*C. pepo*) بحثِّ العقد البكرى وذلك بإجراء التلقيح بحبوب لقاح سبقت معاملتها بأشعة X (Kosmrij وآخرون ٢٠١٤).

كذلك أمكن إنتاج نبيتات أحادية من القرع العسلى الاستيرى *Cucurbita pepo* ssp. *pepo* var. *styriaca* (وهو ذو بذور بدون غلاف بذرى صلد naked وتحتوى على زيت عطرى له استعمالاته الاقتصادية) بنسبة عالية بقدر كافٍ، وذلك بمعاملة حبوب اللقاح بأشعة X بدلاً من استعمال أشعة جاما (Kosmrij وآخرون ٢٠١٣).

## وراثة الصفات فى الكوسة والقرع العسلى

### قوائم الجينات

تتوفر قائمة كاملة بالجينات المعروفة من مختلف أنواع الجنس *Cucurbita* نُشِرت فى عام ١٩٩٢ (Hutton & Robinson ١٩٩٢)، وأُضيف إليها مزيدًا من الجينات فى عامى ١٩٩٦ (Robinson & Hutton ١٩٩٦)، و٢٠٠٠ (Robinson & Paris ٢٠٠٠).

وتتوفر قائمة أخرى أحدث وأكثر تفصيلاً (Paris & Brown ٢٠٠٥) يُبين فيها تفاصيل التأثير المظهرى لكل جين ووراثته ونوع الجنس *Cucurbita* الذى دُرس فيه كل جين منها؛ هذا.. بالإضافة إلى قائمة مفصلة أخرى بالتباينات الأيزوزيمية فى

الجنس، وقائمة ثالثة بالواسمات الوراثية المرتبطة ببعض الجينات. تشتمل تلك القوائم على ٦٦ جينًا للنوع *C. pepo*، و٢١ للنوع *C. moschata*، و١٩ جينًا للنوع *C. maxima*، ٢٩ للهجين النوعى *C. maxima* × *C. ecuadorensis* منها ٢٥ تباينات أيزوزيمية، بالإضافة إلى جين أو جينين لكل من الأنواع البرية *C. okeechobeensis*، و *C. lundelliana*، و *C. foetidissima*، و *C. ecuadorensis*، ولم تسجل أية جينات للنوعين المزروعين *C. argyrosperma*، و *C. ficifolia*.

## صفات النمو الخضرى

### صفات البادرات

• يتحكم جين متنحٍ مُميت يأخذ الرمز ys فى صفة خلو البادرة من الكلوروفيل فى *C. pepo*.

• ويتحكم الجين المتنحى cu فى *C. pepo* فى محتوى الفلقتين من الكيوكربتسين B، حيث يرتبط المحتوى العالى بالآليل السائد.

### صفات الساق والنمو الخضرى

• يتوفر فى كل من *C. pepo*، و *C. maxima* صفة السلاميات القصيرة — مقابل صفة الساق الطويلة المفترشة –، ويتحكم فيها الجين Bu، وهو جين سائد فى بداية مراحل النمو، ومتنحٍ فيما بعد.

• ويتحكم الجين المتنحى de فى صفة النمو المحدود فى *C. moschata*.

• ويتحكم الجينان D، و $D^s$ فى صفة الساق القائمة — السوداء اللون تقريبًا — فى *C. pepo*. وبينما يؤثر $D^s$ فى لون الساق فقط، فإن D يتسبب — كذلك — فى زيادة قتمة لون الثمار المتوسطة العمر. ويسود الجين D على $D^s$ وكلاهما سائد على الآليل d الخاص بلون الساق الفاتح.

• يتحكم الجين المتنحى yg فى لون الأوراق والساق الأخضر المصفر فى *C. maxima*.

• ويوجد جين واحد يأخذ الرمز cu، يتحكم فى محتوى الأوراق الفلقية لنباتات النوع *C. pepo* من كيوكربتسينات B، و D، وE، و I. ويمكن التعرف على التركيب الوراثى للنبات يتذوق أوراقه الفلقية؛ فالأصناف المتنحية الأصيلة فى هذا الجين ( cu cu) — مثل Scallop، و Straightneck — تكون أوراقها الفلقية غير مرة، بينما الأصناف السائدة فى هذا الجين (Cu Cu) — مثل Zucchini — تكون أوراقها الفلقية مرة الطعم؛ وبذا.. فإن هذا الجين يشبه الجين bi الذى يوجد فى الخيار، ولكنهما يختلفان فى فعل الجين؛ فبينما يمنع جين الخيار bi تمثيل الكيوكربتسينات تمامًا فى الأوراق الفلقية.. نجد أن جين النوع *C. pepo* (cu) يقلل، ولا يمنع تمامًا تمثيل الكيوكربتسينات. كذلك يختلف الجينان cu، و bi فى كون cu ليس متفوقًا على الجين السائد الذى يوجد فى النوع ويتحكم فى صفة مرارة الثمار، يعكس الحال فى الخيار (عن Robinson وآخرين ١٩٨٨).

• اكتشفت عدة جينات مميتة تُحدث نقصًا كليًّا أو جزئيًّا فى الكلوروفيل بالنبات، منها جين متنح للبادرات الألبينو، وجين آخر متنح لنقص الكلوروفيل، وجين ثالث متنح (يأخذ الرمز ys) يجعل البادرات صفراء اللون.

## صفات الأوراق

• يتحكم فى تواجد البقع الفضية فى الزوايا التى تصنعها عروق الورقة وتفرعاتها — والتى تُعرف باسم التبرقش الفضى silver mottling — جينًا سائدًا ( Scott & Riner ١٩٤٦) يأخذ الرمز M فى كل *C. pepo*، و *C. maxima*، و *C. moschata* وإن كان قد ذُكر أن هذا الجين ذو سيادة غير تامة (Coyne ١٩٧٠).

• ويعرف جين آخر متنحٍ فى *C. moschata* يجعل نصل الورقة كله بلون رمادى فضى ويأخذ الرمز grl.

• ويتحكم الجين المتنحى v فى *C. maxima* فى جعل الأوراق الصغيرة بلون أخضر مصفر.

• تحتوى أوراق مختلف أنواع الجنس *Cucurbita* على شعيرات غُدية. تختفى

تلك الشعيرات فى بعض تباينات *C. maxima*، ويتحكم فى هذه الصفة جين متنحٍ يأخذ الرمز gl.

- ويتميز النمو الخضرى للنوع *C. pepo* باحتوائه على أشواك حادة من الشعيرات الغدية المتصلبة، إلا إنه وجدت طفرة متنحية تختفى فيها تلك الأشواك الحادة، وأعطيت الرمز spn.

- ويتحكم فى صفة التحام عروق الورقة الرئيسية فى *C. pepo* الجين المتنحى fv.

- ويتحكم الجين المتنحى ro فى صفة الورقة الـ rosette، وهى التى تلتف فيها الفصوص السفلى للورقة حول بعضها.

- يتحكم الجين المتنحى uml فى صفة الورقة الشبيهة بالمظلة فى *C. pepo*.

- تُعد صفة الورقة المفصصة متنحية فى *C. maxima* ويتحكم فيها الجين lo-1، ولكن يتحكم فى ذات الصفة الجين السائد Lo-2 فى *C. ecuadorensis*، وهو جين سائد على الجين lo-2 للورقة غير المفصصة فى *C. maxima* .

- ويتحكم فى تواجد المحاليق المتورقة leafy tendrils بنصل الورقة فى *C. pepo* الجين المتنحى lt.

## صفات الساق

- يتحكم فى طبيعة النمو — من حيث كونه قائمًا، أم مفترشًا — جين واحد (يأخذ الرمز Bu) فى كل من *C. pepo*، و *C. maxima*، وربما كان هذا الجين فى نفس الموقع الكروموسومى فى النوعين، إلا أن حالة السيادة تختلف بينهما حسب مرحلة النمو النباتى. ففى *C. pepo* .. تسود صفة النمو القائم كليًا تقريبًا فى المراحل الأولى للنمو النباتى، إلا أن السيادة تصبح جزئية فقط فى مراحل النمو التالية.

أما فى *C. maxima* .. فإن النمو القائم يكون سائدًا كليًّا فى المراحل الأول للنمو النباتى، ثم يصبح متنحيًا تمامًا فى المراحل التالية للنمو (Whitakter ١٩٧٤). وفضلاً

عما تقدم .. فإن فعل هذا الجين يتأثر بجينات أخرى محورة. وقد اكتشف جين آخر متنح فى *C. pepo*، يجعل النبات شديد التقزم Extreme Dwarf.

• ويتحكم فى لون الساق الأخضر القاتم جين واحد سائد على اللون الأخضر الفاتح، ويأخذ الرمز D.

• واكتشف جين متنح فى *C. pepo* يجعل المحاليق ورقية الشكل مقارنة بالمحاليق العادية ويعتقد البعض أن هذه الصفة يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية المتنحية وليس زوجًا واحدًا.

• وقد وجد فى الكوسة الاسباجتى أن النمو الشجيرى bush صفة سائدة على النمو الطويل المداد. وقد كانت النباتات المدادة أكثر إنتاجًا للأوراق، وذات سلاميات أطول، وأُنتجت أزهارًا مذكرة أكثر عددًا عما كان عليه الوضع فى النباتات الشجيرية النمو، وهى التى ظهرت عليها الأزهار المؤنثة أكثر تبكيرًا عما فى النباتات المدادة. كذلك زاد المحصول وعدد الثمار المنتجة فى النباتات الشجيرية النمو وفى نباتات الجيل الأول الشجيرية عما كان عليه الحال فى نباتات الجيل الأول المدادة (Edelstein وآخرون ١٩٨٩).

• ويتحكم فى صفة النمو الشجيرى القائم bush فى القرع العسلى *C. moschata* جين واحد سائد أُعطى الرمز Bu. تتميز النباتات التى تحمل هذا الجين بسلامياتها القصيرة، وبدء تفتح أزهارها مبكرًا، وبأن عدد الأزهار المذكرة التى تحملها يقل — نسبيًّا — عما تحمله النباتات المدادة (Wu وآخرون ٢٠٠٧).

## صفات الأزهار والجنس

### لون التويج

• تتميز معظم أنواع الجنس *Cucurbita* بلون تويج أزهارها الأصفر أو البرتقالى، لكن فى *C. okeechobeensis* يكون التويج بلون أبيض. ويتحكم فى تلك الصفة الجين المتنحى cr الذى يزداد تأثيره بفعل الجين المتنحى i.

• ويتحكم الجين المتنحى ly فى لون بتلات الزهرة الأصفر الفاتح فى *C. pepo*.

• كما يتحكم الجين المتنحى gc فى لون البتلات الأخضر الشبيه بالأوراق.

• بينما يتحكم الجين السائد Gb فى ظهور حزام أخضر على الجانب السفلى من قاعدة البتلة.

• وعُرف جينان متنحيان يؤثران فى لون التويج فى *C. maxima*، هما: we للون الأبيض و wye للون الأبيض الضارب للصفرة.

## وظائف الأزهار والجنس

• عُرِفت ثلاثة جينات تتحكم فى صفة العقم الذكرى، هى: ms-1، و ms-3 فى *C. maxima*، و ms-2 فى *C. pepo*.

• وعُرِفت طفرتان متنحيتان مسئولتان عن العقم النباتى التام، هما: s-1 فى *C. maxima*، و s-2 فى *C. pepo*.

• إن معظم أصناف القرع وحيدة الجنس وحيدة المسكن، ولكنها تختلف – كثيرًا – فى نسبة الأزهار المذكرة إلى الأزهار المؤنثة. ويشذ عن ذلك طفرة بسيطة تحمل أزهارًا مذكرة فقط androecious وجدت فى *C. pepo*، ويتحكم فيها جين متنح يأخذ الرمز a. كما وجدت طفرة أنثوية gynoecious سائدة (G) فى النوع *C. foetidissima*، إلا أن استحالة تهجينه مع *C. maxima*، و *C. moschata*، و *C. pepo* حالت دون الاستفادة من تلك الصفة فى هذه الأنواع.

• وتتوفر صفة إنتاج أكثر من زهرة فى إبط ورقة الكوسة (multiple flowering) – مقارنة بتواجد زهرة واحدة – ويتحكم فيها جين واحد متنحٍ، أُعطى الرمز mf (Paris & Hanan ٢٠١٠).

# صفات الثمار

## حجم وشكل الثمرة

تُعد صفتا حجم وشكل الثمرة كميتان يتحكم فى كل منهما عدد من الجينات. وقد عُرِف جينان يؤثران فى شكل الثمرة، هما: Di الذى يتحكم فى الشكل القرصى disc (الاسكالوبى scallop) مقابل الشكل الكمثرى أو الكروى فى *C. pepo* (ولكن يعتقد

وجود جينات أخرى تؤثر فى هذه الصفة)، والجين Bn الذى يتحكم فى الشكل الناقوسى (للـ butternut) مقابل الشكل الطويل ذى الرقبة الملتوية (crookneck) وهى الصفة المتنحية. كما ذُكر أن الشكل القرصى فى *C. pepo* سائد على الشكل الكمثرى فى أحد أصناف الجورد، ويتحكم فيه جين واحد.

وقد أعطى Mutschler & Pearson (١٩٨٧) تحليلاً وراثيًا لحالة التواء الرقبة فى صنفى قرع الشتاء بترنط Butternut6، وكروكنك Crockneck. ينتمى صنف الكوسة بترنط (وهو من قرع الشتاء) للنوع *C. moschata*، وتعد الطرز ذات الرقاب الملتوية منه crocknecks انحرافًا وراثيًا عن الصنف بترنط، والفرق الوحيد بينهما هو فى شكل الثمرة. فالطرز ذات الرقاب الملتوية تكون طويلة، وأعناقها رفيعة وطويلة، ويبلغ سمكها نصف سمك الجزء المنتفخ من الثمرة الذى يوجد فى الطرف الزهرى، بينما يبلغ طول العنق ضعف طول الجزء المنتفخ، وتكون الأعناق غالبًا ملتوية، أما ثمار البترنط.. فيكون جزؤها المنتفخ مساويًا فى الحجم للجزء المماثل فى الطرز ذات الرقاب الملتوية، ولكن رقابها تكون قصيرة، ويقترب سمكها من سمك الجزء المنتفخ.

ويمكن ملاحظة الشكل الذى تتخذه الثمار الناضجة؛ وذلك من خلال شكل المبيض فى البراعم الزهرية قبل تفتحها؛ ويتوقف ذلك على اتجاه انقسام الخلايا أثناء تكوين المبيض. فيؤدى الاتجاه العشوائى للانقسامات المختلفة فى منطقة الرقبة إلى إنتاج الثمار البترنط. أما فى الطرز ذات الرقاب الملتوية.. فإن معظم انقسامات الخلايا فى منطقة الرقبة تكون خيوط المغزل فيها موازية للمحور الطولى للثمرة. وأما التواء الرقبة.. فيرجع إلى تعرضها إلى شد فيزيائى أثناء استطالتها؛ فتكون الرقبة طويلة ومستقيمة إذا كانت الثمار أفقية على سطح التربة، أو محمولة على نباتات مرباة رأسيًا، وتكون ملتوية إذا واجهت الثمار عائقًا أثناء نموها مثل سطح التربة.

وتقسم أصناف البترنط إلى مجموعتين: ثابتة stable، وغير ثابتة unstable؛ ويتوقف ذلك على غياب أو وجود الطرز ذات الرقاب الملتوية فى نسلها. وقد يحتوى نسل الأصناف غير الثابتة من البترنط على ٥٪ – ٢٥٪ من الطرز ذات الرقاب الملتوية،

بينما لا تنتج الأصناف الثابتة أية نباتات ذات رقاب ملتوية فى نسلها؛ ومن أمثلتها الأصناف: Waltham Butternut، و Butternut Ponica، و Butternut Patriot.

وبالإضافة إلى الطرازين السابقين من النباتات.. فإنه يوجد طراز ثالث ينتج ثمارًا من الفئتين السابقتين، ويسمى ثنائى الشكل dimorphic. تنتج نباتات هذا الطراز — عادة — الثمار البترنط فى البداية، ثم يتبعها ظهور ثمار ذات رقاب ملتوية. ويحدث التغيير على الساق الرئيسية، ثم يعقبه تغيير بنفس النظام فى بقية فروع النبات. وبمجرد أن تبدأ الساق الرئيسية — أو أى فرع من النبات — فى إنتاج ثمار ذات رقاب ملتوية.. فإن كل الثمار التى ينتجها هذا الفرع بعد ذلك تكون رقابها ملتوية أيضًا. وإذا لقحت المبايض ذات الرقاب الملتوية ذاتيًّا.. فإن الغالبية العظمى من نسلها يكون ذا رقاب ملتوية كذلك.

أما مبايض الأزهار البترنط التى تلقح ذاتيًّا.. فإنها تنتج نسلاً يضم الفئات الثلاث: البترنط، وذا الرقاب الملتوية، والثنائى الشكل. وإذا طعمت فروع بترنط وكرونك من نباتات ثنائية الشكل على نباتات البترنط.. فإن الفروع ذات الرقاب الملتوية تستمر فى إنتاج ثمار ذات رقاب ملتوية، أما الفروع البترنط.. فقد تبقى كذلك، أو تصبح ثنائية الشكل.

وتشترك جميع الأصناف الثابتة من طراز البترنط معًا فى احتوائها على سيتوبلازم واحد (يطلق عليه اسم السيتوبلازم الثابت)، ويتوقف إنتاج أى هجين بترنط على الآباء المستخدمة فى إنتاجه، وقد يتأثر ذلك باتجاه التلقيح.

## اللون الخارجى للثمار

• يوجد جين سائد يتحكم فى ظهور خطوط طولية على الثمرة Stripes فى النوع *C. pepo* (Scarchuk ١٩٥٤)، يأخذ الرمز St، ولكن البعض وجد أن هذه الصفة تكون سائدة فى بعض التلقيحات، وذلك عندما تكون ثمار الأب غير المخطط فاتحة اللون، وتكون متنحية فى تلقيحات أخرى عندما تكون ثمار الأب غير المخطط قاتمة اللون.

• يتباين اللون الخارجى لثمار مختلف أنواع الجنس *Cucurbita* بدرجة كبيرة،

ويتحكم فى هذا التباين فى اللون عدد كبير من الجينات. وبالرغم من كثرة الدراسات التى أجريت على هذا الموضوع.. إلا أن كثيرًا من حقائق وراثة لون الثمرة مازال مجهولاً.

• يتحكم الجين السائد B فى تلون الثمار باللونين الأصفر والأخضر (Biocoloring) فى النوع *C. pepo*، ويرتبط هذا الجين بما يعرف باسم precautious fruit pigmentation؛ وهو ظهور الصبغات الصفراء فى مبايض الأزهار قبل تفتح البراعم الزهرية. وقد وجد Shifriss (١٩٨٢) أن هذا الجين يؤدى كذلك إلى اصفرار أوراق النبات، إلا أن تأثيره — على الأوراق — يثبط بفعل جين آخر سائد جزئيًا أعطى الرمز Ses-B؛ علمًا بأن هذا الجين الأخير ليس له تأثير فى الثمار.

• ويوجد جينان آخران هما W، وY، يتحكمان فى لون الثمار الخارجى الأبيض، والأصفر؛ حيث يكون انعزال الفرد الخليط بنسبة ١٢ : ٣ : ١ فى هذه الألوان على التوالى؛ وبذا.. يكون جين اللون الأبيض (W) متفوقًا على جين اللون الأصفر (Y)، بينما يكون اللون الأصفر سائدًا على اللون الأخضر. ولكن علاقة السيادة بين آليلى اللونين الأصفر والأخضر تتوقف على عمر الثمرة؛ فيكون الأخضر سائدًا على الأصفر فى الثمار غير الناضجة، بينما يكون العكس صحيحًا فى الثمار الناضجة.

• وفى *C. maxima*.. يسود اللون الأخضر على اللون الأزرق الذى يتحكم فيه جين واحد يأخذ الرمز bl. كذلك يسود اللون البرتقالى على اللون الأزرق، ويتحكم فى هذا التباين فى اللون جين واحد. ويسود جين واحد خاص باللون الأحمر — سيادة غير تامة — على الألوان: الأخضر، والأبيض، والأصفر، والرمادى، ويأخذ هذا الجين الرمز Rd (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦).

• وقد تقدم Paris (١٩٨٩) بتفصيلات كثيرة عن وراثة اللون الخارجى للثمار فى النوع *C. pepo*؛ من خلال تأثير وتفاعلات ثمانية جينات، وأكد على أن هذه الجينات وتفاعلاتها لا تمثل سوى جزء من الصورة التى تعد أكثر تعقيدًا.

• إن اللون الخارجى للثمار يتباين بشدة، خاصة فى *C. pepo* الذى يُعرف فيه

أكثر من ١٢ جينًا معظمها آليلات متعددة، وهى التى يوجد بينها عدد من التفاعلات غير الإضافية. ومن أهمها الجينين المتعددا الآليلات l-1، و l-2 (Paris ٢٠٠٢). يظهر لون الثمرة القاتم فى جميع مراحل نموها من التفاعل المكمل بين أكثر الآليلات سيادة L-1، و L-2. وعندما يكون كلا جينى l أو أحدهما متنحٍ أصيل فإن الثمرة تكون فاتحة اللون. وعندما يتواجد L-2 فإن الآليلات الثلاثة الأخرى عند الموقع l-1 تُعطى ألوان الثمار التالية: شرائط عريضة داكنة متقاربة فى حالة $l\text{-}1^{BSt}$، وشرائط ضيقة داكنة متكسرة فى حالة $l\text{-}1^{St}$، وشرائط قاتمة غير منتظمة فى $l\text{-}1^{iSt}$.

• يتحكم فى لون الثمرة الصغيرة الداكن — كذلك — الجين المتنحى qi فى تفاعل مكمل مع الجين السائد L-2.

• ويؤثر أكثر آليلات D سيادة فى لون الثمرة المتوسطة العمر الداكن.

• وفى *C. pepo* يتحكم الجين السائد جزئيًّا Y فى لون الثمرة الصغيرة الأصفر عندما يكون أصيلاً. يبقى هذا اللون كما هو أو يتحول إلى الأصفر الضارب إلى البرتقالى مع نضج الثمرة. وفى النباتات الخليطة Yy يظهر اللون الأصفر الضارب إلى البرتقالى مع بداية دخول الثمرة منتصف مرحلة نموها.

• ويتحكم فى لون الثمار الأصفر الذى يظهر مبكرًا (من مرحلة المبيض) فى *C. maxima* الجين $B^{max}$، وهو ليس آليليًّا للجين B فى *C. pepo*.

• تُعرف جينات أخرى، مثل W الذى يتحكم فى التلون الضعيف، والجين Wf الذى يتحكم فى لون لب الثمرة الأبيض ويمنع تراكم الصبغات الصفراء فيها، وهو مكمل للجين W فى إنتاج الثمار المكتملة النمو التى تكون بلون برتقالى فاتح أو أبيض.

• ومن جينات لون الثمرة الأخرى: bl للثمرة الزرقاء، و Rd للثمرة الحمراء.

• ويتحكم التفاعل بين ثلاثة جينات فى لون الثمرة فى *C. maxima* كما فى *C. pepo*، بينما يتحكم الجين Gr فى لون الثمرة الأخضر أو الأصفر البرتقالى puff فى *C. moschata*.

## اللون الداخلى للثمار

• وجد أن اللون الداخلى الأبيض للثمار سائد على اللون الكريمى فى *C. pepo*، ويتحكم فيه جين واحد يأخذ الرمز Wf.

كما يتحكم الجين B — الذى سبقت الإشارة إليه — فى لون اللُب الأصفر القاتم أو البرتقالى، وهو اللون الذى يوجد فى بعض الأصناف مثل جولدن زوكينى Golden Zucchini، وجولد رش Gold Rush، وجولدى Goldy، وصن بيرست Sunburst.

• ويتفاعل الجين السائد B مع الجين السائد L-2 لإعطاء لون برتقالى داكن للحم.

## الجين B وأهميته

إن أهم الجينات المؤثرة فى لون الثمرة هو الجين B — الذى سبقت الإشارة إليه — وهو الذى يتحكم فى اللون الأصفر أو فى ظهور بقع صفراء على المبيض فى *C. pepo* من بداية تميزه (precocious yellow). تبقى هذه البقع الصفراء بالمبيض بنفس اللون الأصفر أو تتحول إلى البرتقالى مع عقد الثمرة ونموها واكتمال تكوينها. ويُعد الآليل B سائدًا سيادة غير تامة على b، والأخير يتحكم فى التلون الأخضر الكامل للمبيض. وعندما يكون المبيض تام الاصفرار فإن العنق والكأس والتويج قد يتلونون كذلك بالأصفر، ويتوقف مدى التلون الأصفر حسبما إذا كان الجين B أصيل، أم خليط، وبجرعة الجينين المحورين السائدين سيادة غير التامة والمضيفا التأثير: Ep-1، و Ep-2، وهما اللذان يزيدا من مساحة البقع الصفراء.

ويتفاعل الجين السائد B مع الجين السائد L-2 لإعطاء لون برتقالى داكن للحم. كذلك يمكن أن يُعَبَّر عن الجين B فى نصل الورقة فى صورة عديد من البقع الصغيرة المستديرة الصفراء فى وجود الجين المتنح ses-B.

ولهذا الجين تأثيرات أخرى كثيرة فى النبات، بعضها مفيد ومرغوب فيه، وبعضها الآخر غير مرغوب فيه. ويتمثل تأثيره الأولى فى إنتاج ثمار ذات لون خارجى أصفر، أو أصفر مخطط بالأخضر bicolor، بدلاً من اللون الأخضر الطبيعى فى التركيب

الوراثى $B^+B^+$ (أو bb)، ويظهر هذا اللون فى مبايض الأزهار قبل تفتحها. أما النباتات الخليطة فى هذا الجين ($B^+B$).. فتكون ثمارها ذات لونين أصفر وأخضر. ويتشابه تأثير الجين فى *C. moschata* مع تأثيره فى *C. pepo* (Paris وآخرون ١٩٨٦).

**ومن التأثيرات الأخرى المفيدة للجين B ما يلى:**

١–يكسب ثمار الكوسة لونًا أصفر داكنًا، كما يكسب ثمار القرع العسلى لونًا مماثلاً، ويجعل جلد الثمرة برتقالى اللون.

٢–تكون هذه التغيرات فى اللون مصاحبة بزيادة فى محتوى الثمار من الكاروتين. وتتراوح الزيادة التى يحدثها هذا الجين من قليلة جدًّا إلى عالية جدًّا حسب الخلفية الوراثية. ففى الصنف Vegetable Spaghetti.. تكون صفراء فاتحة اللون من الداخل – سواء أكان النبات ذا تركيب وراثى BB، أم $B^+B^+$ – ولا يُحدث الجين B أية زيادة لها شأن فى الكاروتين. هذا.. بينما فى الصنف Fordhook Zucchini يكون لون لب الثمار أصفر فاتحاً فى التركيب الوراثى $B^+B^+$، ويتغير إلى اللون البرتقالى فى التركيب الوراثى BB، ويكون هذا التغير مصاحبًا بزيادة تبلغ ستة أضعاف فى محتوى الثمار من الكاروتين؛ مقارنة بثمار النباتات ذات التركيب الوراثى $B^+B^+$. وقد وجد Paris (١٩٨٨) أن لون اللب البرتقالى فى الصنف الأخير يتحكم فيه زوجان من الجينات المكملة؛ هما: B، و L-2، علمًا بأن الصنفين السابقين يختلفان فى شدة تلون أعناق وجدر ثمارهما؛ فالصنف الأول (Vegetable Spaghetti) تكون أعناق ثماره خضراء، ويكون لونها الخارجى أخضر فاتحاً فى البداية، ثم يتحول إلى اللون الأصفر الفاتح عند النضج، وتركيبه الوراثى 2-21-1 1-1 1-1 dd، بينما تكون أعناق الثمار فى الصنف الثانى Fordhook Zucchini) خضراء قاتمة، ويكون لونها الخارجى أخضر قاتماً فى البداية، ثم يتحول إلى لون أخضر ضارب إلى الأسود عند النضج، وتركيبه الوراثى DD L-1 L-1 L-2 L-2.

وجدير بالذكر أن الجين D مسئول عن اللون القاتم فى السيقان، والثمار، وأعناق الثمار، كما أن الجينين 1-1، و 2-1 مسئولان عن لون الثمار الفاتح.

٣-تكون ثمار النوع *C. pepo* بطيئة النمو ونحيفة.

٤-يبكر من الإنتاج.

٥-يخفض أعراض الإصابة بفيرس موزايك البطيخ رقم ٢.

**أما التأثيرات الضارة للجين B.. فيمكن تلخيصها فيما يلى:**

١- تكوين بقع صفراء اللون بالنموات الخضرية

٢- تقليل معدل نمو الثمار.

٣- تقليل الحجم الذى تصل إليه الثمار، وخفض إنتاجية النبات.

٤- زيادة حالات التشقق فى الثمار الناضجة.

٥- خفض إنتاج البذور (عن Paris وآخرين ١٩٨٦).

٦- يجعل الثمار أكثر حساسية لأضرار البرودة ( McCollum ١٩٩٠)، وقد وجد Sherman وآخرون (١٩٨٧) أن الفقد فى وزن الثمار المخزنة – فى حرارة ٥ °م ورطوبة نسبية من ٨٥٪ – ٩٥٪ – كان أعلى فى ثمار السلالات التى تحمل هذا الجين بحالة أصيلة (BB)؛ مقارنة بالسلالات ذات الأصول الوراثية المشابهة، التى تحمل هذا الجين بحالة خليطة ($B^+B$). كما ازداد انكماش الثمار الأصيلة فى هذا الجين، وازدادت إصابتها بأضرار البرودة، لكن مدى هذا التأثر اختلف باختلاف الخلفية الوراثية؛ حيث كان عاليًا فى طراز الـ Vegetable Marrow ذى الثمار الأسطوانية القصيرة – التى تستدق عند العنق، وتنتفخ عند الطرف الزهرى – ومتوسطًا فى طراز الـ Scallop ذى الثمار المبططة المتموجة الحافة، ومنخفضًا فى طراز الزوكينى Zucchini ذى الثمار الأسطوانية الطويلة.

## ملخص للجينات المؤثرة فى لون الثمار

يتباين لون الثمار كثيرًا بين مختلف الأصناف، ويتحكم عدة جينات فى صبغات الثمار. وقد استخدم الجين B ذات السيادة غير التامة – والذى اكتشف فى إحدى

سلالات جورد الزينة — فى تربية أصناف من *C. pepo* ذات ثمار ذهبية اللون وغنية فى محتواها من فيتامين أ. ويؤثر هذا الآليل فى عديد من الصفات البستانية الأخرى تتباين من شكل الثمار النحيف إلى ضعف القدرة التخزينية، وزيادة الحساسية لأضرار البرودة.

ويتأثر تعبير الجين B فيما يخص اللون بكل من الجينين Ep-1، و Ep-2 الخاصين بامتداد الاصطباغ pigmentation extender، وبالجين المانع (Ses-B) للتلون، وجينات أخرى محورة.

ويتحكم فى لون الثمار الأصفر إلى البرتقالى فى *C. maxima* الجين B-2 وجينات أخرى محورة.

ويتحكم جينان من *C. pepo* — هما: l-1، وl-2 — فى صفة التلون الخفيف للثمار. ويُعد الآليل $l\text{-}1^{St}$ (للثمار المخططة striped) متنحٍ للجين $l\text{-}1^{+}$، ولكنه سائد على الجين l-1.

ويعرف جينان يتحكمان فى لون جلد الثمرة الأبيض فى *C. pepo*، هما: r، W. كما يتحكم الآليل Wf فى لون جلد الثمرة الأبيض ويُعد مسئولاً — كذلك — عن لون اللُب الأبيض، بينما يتحكم الآليل Y فى لون جلد الثمار الأصفر فى *C. pepo*. أما لون الثمار الأخضر فى *C. moschatata* فيتحكم فيه الجين Gr. ويتحكم الجين Mldg فى هذا النوع فيما إذا كانت الثمار مُرقَّشة بالأخضر الباهت والأخضر الداكن، أم كانت بلون أخضر داكن متجانس. وفى النوع *C. maxima* يتحكم فى لون الثمار الأزرق الآليل bl وفى لون الثمار الأحمر الآليل Rd.

ويُعطى جدول (٦–٢) قاتمة بالجينات المؤثرة فى لون الثمرة فى *C. pepo* وتأثيراتها.

**جدول (٦-٢): الجينات المؤثرة فى لون الثمرة فى *C. pepo* (عن Paris ٢٠٠٧).**

| رمز الجين | اسم الجين | تأثير الجين |
|---|---|---|
| B | لونين للثمرة bicolor | يكون مبيض الزهرة من قبل تفتحها أصفر اللون أو بلونين أصفر وأخضر. B سائد جزئيًّا على b، وربما يوجد جين B ضعيف يأخذ الرمز $B^w$. للجين B تأثير متعدد على النمو الخضرى وصفات الثمار |
| D | داكن Dark.. لكل من عنق الثمرة والساق والثمرة | يكون ساق النبات قاتم الاخضرار، وكذلك الثمار وأعناقها بدءًا من بعد تفتح الزهرة بأسبوعين؛ بما يعنى أن تأثيره متعدد. D سائد على d ومتفوق على كل من l-1، و l-2 عندما يكون كلا جينى l أو أحدهما فى حالة متنحيَّة أصيلة |
| Ep-1 | مُمدِّد extenders | يُمَدِّد التلوين الأصفر المبكر للجين B. يُعد Ep سائدًا. |
| Ep-2 | الأصفر المبكر للثمار – ١، و –٢ | سيادة غير تامة على كل من ep-1، و ep-2 وتأثيرها مضيف. ويؤدى وجود جرعتان من أى توافيق من آليلات Ep إلى إنتاج ثمار تامة الاصفرار عندما يكون B فى حالة خليطة، ويمتد الاصفرار لعنق الثمرة والكأس والبتلات عندما يكون B بحالة أصيلة. وليست لجينات Ep تأثير على التركيب الوراثى bb |
| l-1 | تلون خفيف للثمرة – ١ Light fruit coloration-1 | تكون الثمار الصغيرة بلون فاتح. يؤدى التفاعل المكمل بين L-1، و L-2 إلى إنتاج ثمار بلون داكن خلال كل مراحل نموها. يكون الآليل $l\text{-}1^{st}$ (المسئول عن الثمرة المخططة striped fruit) متنح للآليل L-1، ولكنه سائد على l-1. يؤدى التفاعل المكمل بين $l\text{-}1^{st}$، و L-2 إلى إنتاج ثمار صغيرة مخططة |
| l-2 | تلوين خفيف للثمرة light fruit coloration-2 | تكون الثمار الصغيرة بلون فاتح. يتفاعل الآليل السائد L-2 بطريقة مكملة مع B لإنتاج ثمار ذات لُب أصفر اللون. |
| W | تلون ضعيف weak | تكون الثمرة ضعيفة التلوين |
| Wf | اللب أبيض white flesh | لُب الثمرة أبيض. Wf سائد على wf الذى يتحكم – وهو بحالة أصيلة – فى لب الثمرة الكريمى |
| Y | الثمرة صفراء yellow fruit | تأخذ الثمرة لونًا أصفر بداية من وقت تفتح الزهرة وحتى اكتمال نموها. |

## ملمس وقوام جلد الثمرة

• وجد أن ملمس الثمار ذات البروزات Warty صفة سائدة على الملمس الناعم فى *C. pepo*. وتؤكد بعض الدراسات أن هذه الصفة بسيطة ويتحكم فيها جين واحد أعطى الرمز Wt، وبينما تؤكد دراسات أخرى أنه يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية.

• أما صفة تضليع الثمار.. فقد ذكر أنه يتحكم فيها جين واحد فى *C. maxima*، وزوجان من الجينات فى *C. pepo*.

• ولبعض الأنواع البرية من الجنس *Cucurbita* وبعض أصناف الكوسة قشرة ثمرية صلبة، ويتحكم فى تلك الصفة الجين السائد Hr (من hard rind) فى *C. pepo*، والجين Hi (من hard rind inhibitor) فى *C. maxima*.

## صفات ثـمرية أخرى

### قوام اللب

تتميز أصناف الكوسة الاسباجتى بلب ينفصل إلى خيوط بعد الطهى، ويتحكم فى تلك الصفة الآليل المتنحى sp (سابقًا: الآليل fl).

### المرارة Bitterness

يسود الطعم المر لثمار النوع *C. andreana* على الطعم غير المر لثمار النوع *C. maxima*، ويتحكم فيه جين واحد.

وقد اكتشف — كذلك — جين واحد سائد يتحكم فى صفة مرارة الثمار فى كل من *C. moschata*، و *C. maxima*، و *C. pepo*، و *C. pepo* var. ovifera (جورد الزينة). ويأخذ هذا الجين الرمز Bi فى *C. pepo* (Robinson وآخرون ١٩٨٨).

هذا.. وجميع ثمار *Cucurbita* البرية شديدة المرارة.

وقد وجد Bochers & Taylor (١٩٨٨) أن ثمار الجيل الأول للتلقيح بين صنف القرع العسلى Green Striped Cushaw (وهو من *C. argyosperma*)، وصنف

الكوسة Goldbar (وهو من *C. pepo*).. كانت مرة جدًّا، برغم أن ثمار الأبوين خالية من المرارة. وأوضحت الدراسة الوراثية أن صفة المرارة فى هذا الهجين يتحكم فيها ٣ أزواج من الجينات المكملة لبعضها، يأتى اثنان منها من Goldbar، والثالث من Green Striped Cushaw.

## صفات البذور

يتحكم فى الغلاف البذرى الملجنن الجين N، بينما تكون البذور عارية naked (أى بدون غلاف بذرى hull-less) فى التركيب الوراثى nn فى *C. pepo*، مع تأثر الصفة بآليلات أخرى كجينات محورة (عن Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

وقد قدرت درجات التوريث لبعض صفات البذور العارية فى *C. pepo* بنحو ٧٦,٤٪ لصفة وزن البذرة، و٧٨,٧٪ لطول البذرة، و٨٥,٢٪ لسمك البذرة (Bruce & Loy ١٩٩٤).

## المقاومة للأمراض والآفات

### المقاومة للأمراض

يتحكم فى المقاومة لفيرس موزايك الخيار فى *C. moschata* جين واحد سائد يأخذ الرمز Cmv.

ويتحكم فى المقاومة لفيرس موزايك البطيخ فى النوع ذاته الجين السائد Wmv.

أما فيرس بقع الباباظ الحلقية فيتحكم فى مقاومته الجين المتنحى prv.

وفى *C. pepo* يتحكم الجين السائد Slc فى المقاومة لفيرس التفاف أوراق الكوسة، وقد حُصِلَ على هذا الجين من *C. moschata*.

• كذلك وجد أن المقاومة لفيرس موزايك البطيخ يتحكم فيها جين واحد سائد فى *C. ecuadorensis*، وأُعطى الرمز $Wmv^{ecu}$.

• وعُرفت المقاومة لفيرس موزايك الزوكينى الأصفر فى كل من النوع *C. ecuadorensis* (الجين $zym^{ecu}$) الذى استخدم فى تربية *C. maxima* المقاوم،

والنوع *C. moschata* (الجين $zym^{mos}$) الذى استخدم فى تربية كل من *C. moschata*، و *C. pepo* المقاومين.

- ومن بين جينات المقاومة للأمراض فى الكوسة: الجين Pm وجينات محورة تتحكم فى مقاومة البياض الدقيقى Powdery mildew فى كل من *Cucurbita okeechobeenis*، و *C. lundelliana*.

### المقاومة للآفات

من بين جينات المقاومة للآفات: الجين Fr الذى يتحكم فى المقاومة لذبابة ثمار الكنتالوب. وتُعد الكوسة *C. pepo* أصيلة فى الجين cu الذى يُخَفِّض من محتوى الكيوكربتسين بالنموات الخضرية؛ مما يجعلها غير جاذبة لخنافس الخيار التى تنجذب للكيوكربتسين. ويتحكم جين آخر للكيوكربتسين — هو Bt — فى طعم الثمار شديد المرارة.

### المقاومة لمبيدات الحشائش

يتحكم فى مقاومة *C. moschata* لمبيد الحشائش trifluralin الجين T الذى يُحوَّر بفعل جين مثبط هو I-T.

### جيرمبلازم أنواع الجنس *Cucurbita*

يتوفر أكثر من ٨٠٠ صنف وسلالة من مختلف أنواع الجنس *Cucurbita* (*C. maxima*، و *C. mixta*، و *C. moschata*، و *C. pepo*، و *C. ficifolia*، و *C. foetidissima*) لدى وحدة الثروة الوراثية النباتية بوزارة الزراعة الأمريكية.

ويُعطى Paris (٢٠١٥) حصرًا بجهود تعزيز جيرمبلازم *C. pepo* من الكوسة والقرع العسلى وأنواع الجورد، وجهود ووسائل الاستفادة من التباينات الوراثية فى تحسينها.

## أنواع ومحاصيل أخرى من القرعيات الثانوية

### اليقطين

يُعرف اليقطين bottle gourd بالاسم العلمى *Lagenaria siceraria*، ويُعرف فى

العراق (الذى تنتشر زراعته فيه) باسم شجر؛ ربما نسبة إلى شجرة اليقطين التى ورد ذكرها فى القرآن الكريم. ومن أسمائه الأخرى: calabash، والجورد ذى الأزهار البيضاء white-flowerd gourd.

النمو الخضرى كبير جدًّا وقد يزيد طوله عن ١٠ أمتار. وهو نبات وحيد الجنس وحيد المسكن monoecious، على الرغم من وجود أنواع أخرى من الجنس *Lagenaria* وحيدة الجنس ثنائية المسكن dioecious. وتتميز الأصناف المزروعة بأزهارها البيضاء المفردة وبأعناق أوراقها الطويلة.

تتباين الثمار فى الشكل من الكروية إلى الكمثرية، والمنحنية والأسطوانية. وقد يتباين حجم الثمرة من ٥ سم فى القطر للثمار الكروية إلى ثلاثة أمتار طولاً فى الأصناف ذات الثمار الأسطوانية الرفيعة ويتباين لون الثمرة من الأخضر الفاتح المبرقش بالأبيض إلى الأبيض، وتصبح قشرة الثمرة الجافة بلون بنى فاتح مع الوقت. وبينما يُغطَّى سطح الثمرة بزغب كثيف وهى صغيرة، فإنها تصبح ملساء عند النضج. وقشرة الثمرة الناضجة سميكة جدًّا وملجننة وشديدة التماسك وغير منفذة للماء. ويكون لب الثمرة رطبًا وهى غير مكتملة التكوين، ولكنه يصبح ورقيًّا فى الثمار المسنة.

والبذور كبيرة بنية اللون وفلينية وتتباين كثيرًا فى حجمها.

يزرع اليقطين فى بيرو وإكوادور والولايات المتحدة منذ ما لا يقل عن ٧٠٠٠-١٠٠٠٠ سنة، وفى أفريقيا منذ أكثر من ٤٠٠٠ سنة، كما زُرع فى آسيا والشرق الأوسط منذ آلاف السنين. ويعتقد حاليًّا فى الأصل الأفريقى لليقطين وأنه انتقل منها إلى الأمريكتين وآسيا منذ آلاف السنين. وربما حدث ذلك بفعل انتقال الثمار مع تيارات الماء فى المحيطات، باعتبار أن الثمار الجافة تطفو على سطح الماء الملحى لمدة عام كامل دون أن تفقد البذور حيويتها.

هذا.. وتؤكل الثمار غير المكتملة التكوين كما تؤكل الكوسة الصيفى. وتتفوق ثمار اليقطين المطهية على الكوسة فى كل من الطعم والقوام، الذى يكون أكثر تماسكًا (عن Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

## الشمام المر والأنواع القريبة منه

يحتوى الجنس *Momordica* على حوالى ٤٥ نوعًا، أهمها الشمام المر bitter melon (أو balsam pear) الذى يعرف بالاسم العلمى *Momordica charantia*. النباتات — عادة — تكون وحيدة الجنس وحيدة المسكن، ونادرًا ما تكون ذات أزهار كاملة. تتميز ثماره ذات اللون الأخضر الفاتح بما يوجد عليها من ١٠ تموجات بارزة طولية، وبسطحها غير المنتظم بشدة والمتلئ بالنتؤات الكثيفة.

تنتشر زراعة الشمام المر فى كل من الهند والفيليبين وماليزيا والصين وأستراليا وأفريقيا وأمريكا الجنوبية والكاريبى.

تؤكل ثمار الشمام المر وهى صغيرة عند مجرد تحولها إلى اللون البرتقالى، ذلك لأن الثمار المكتملة التكوين تكون شديدة المرارة، وكذلك يؤكل من النبات السيقان الغضة والأوراق والأزهار بعد طهيها (Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

وتتوفر فى الشمام المر صفة الأنوثة gynoecy، ولكنها نادرة (Ram وآخرون ٢٠٠٢).

**ومن الأنواع الأخرى من الجنس *Momordica*، ما يلى:**

١–الـ balsam apple الذى يُعرف بالاسم العلمى *M. balsamina*. تؤكل ثماره أحيانًا إلاّ أنها غالبًا ما تستخدم فى الأغراض الطبية.

٢–الـ Cochin chin gourd الذى يعرف بالاسم العلمى *M. cochinchinensis*، وهو نبات وحيدة الجنس ثنائى المسكن ويتكاثر بالعقل. تؤكل ثماره بعد إزالة جلدها الشوكى وطهيها.

٣–الـ Kaska الذى يعرف بالاسم العلمى *M. diocia*، وهو نبات معمر وحيد الجنس ثنائى المسكن. تؤكل ثماره غير المكتملة التكوين بعد طهيها، كما تؤكل سيقانه وأوراقه الغضة.

## الجورد الشمعى

يُعرف الجورد الشمعى wax gourd بالاسم العلمى *Benincasa hispida*، وهو من الخضر الهامة فى جنوب شرق آسيا. قد يصل وزن الثمرة المكتملة التكوين لنحو ٤٠ كيلوجرامًا. وتختلف الأصناف فى شكل ثمارها؛ فبعضها تشبه ثماره ثمرة البطيخ، وقد يزيد طولها عن المتر، وفى أصناف أخرى تكون الثمار صغيرة وأسطوانية أو كروية، ويمكن تخزين الثمار المكتملة التكوين لمدة سنة.

تُستهلك ثمار الجورد الشمعى غير المكتملة التكوين والمكتملة التكوين، وقد تؤكل طازجة مثل الخيار، ولكنها غالبًا ما تؤكل مطهية أو تستعمل فى التخليل. كذلك تؤكل الأوراق والسيقان الحديثة الغضة والبراعم الزهرية بعد طهيها.

## الشايوت

يُعرف الشايوت chayote بالاسم العلمى *Sechium edule*، وقد نشأ فى المكسيك وجواتيمالا.

قد يصل طول النمو الخضرى للشايوت إلى ٢٠ مترًا. وهو نبات معمر وينتج جذورًا كبيرة غضة على امتداد عدة سنوات، وتؤكل ثماره غير المكتملة التكوين مثلما تؤكل الكوسة الصيفى.

## اللــوف

يُعرف اللوف loofah بالاسم العلمى *Luffa cylindrica*، وتتشابه ثماره فى الشكل مع ثمار الخيار، ويُعرف كذلك بالأسماء: smooth loofah، و dishcloth gourd، و sponge gourd.

والنمو الخضرى للوف كبير جدًّا ويزيد طوله عن ١٠ أمتار، وهو وحيد الجنس وحيد المسكن. وثمار الأصناف المزروعة أسطوانية يبلغ طولها ١٥–٦٠ سم وغير مرة، وتؤكل وهى بطول ١٠ سم، وذلك بعد طهيها، إلا أن الثمار الناضجة تُستخدم كبديل للإسفنج فى تنظيف الأطباق.

## جورد الجاموس Buffalo Gourd

جرت محاولات كثيرة لاستئناس جورد الجاموس buffalo gourd (وهو يتبع *Cucurbita foetidissima*)، الذى يتميز بتحمل ظروف الجفاف جيدًّا؛ حيث نشأ فى صحراء جنوب غرب الولايات المتحدة. يُنتج هذا النوع محصولاً وافرًا من البذور الغنية فى البروتين والزيت، وتستخدم نمواته الخضرية كعلف للماشية، وتعد جذوره المتدرنة الكبيرة مصدرًا جيدًا للمواد الكربوهيدراتية. وأمكن إنتاج هُجن جيل أول من هذا النوع باستخدام سلالة أنثوية منه كأم (Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

# مصادر الكتاب

سرور، مصطفى، ومحمد بيومى على، ومحمد عبد البديع (١٩٣٦). الخضراوات فى مصر. مطبعة مصر – القاهرة – ٤٤٠ صفحة.

Abdel-Hafez, A. A., M. A. Badawi, A. H. Khereba, and F. M. A. Fawakry. 1984. Inheritance of certain economic characters in crosses between sweet melon and orange melon. Bul. Fac. Agr., Univ. Cairo 35 (1): 437-452.

Abobaker, M. A. 1968. Inheritance of resistance to powdery mildew and other economic characters in cucumber, *Cucumis sativus* L. Ph. D. thesis, Cairo Univ. 236 p.

Aggour, A. R., L. A. Badr, and M. M. Ashry. 1999. Biotechnological studies on interspecific crosses among some *Cucurbita* species. Proc. 1st Intl. Conf., Egypt, Plant Tissue Culture: 255-275.

Ali, N., R. M. Skirvin, W. E. Splittstoesser, D. E. Harry, and W. L. George. 1991. Genetic factors and in vitro manipulation influence seed dormancy in cucumber. HortScience 26 (8): 1076 -1077.

Beharav. A. and Y. Cohen. 1994. Attempsts to overcome barrier of interspecific hybridization between *Cucumis melo* and *C. metuliferus*. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 17: 90-93.

Behera, T. K., J. E. Staub, S. Behera, I. Y. Delannay, and J. F. Chen. 2011. Marker-assisted selection in an interspecific *Cucumis* population broadens the genetic base of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Euphytia 178: 261-272.

Bisognin, D. A. 2002. Origin and evolution of cultivated cucurbits. Ciencia Rural, Santa Maria 32 (5): 715-723.

Boualem, A. et al. 2008. A conserved mutation in an ethylene biosunthesis enzyme leads to andromonoecy in melons. Science 321 (5890): 836-838.

Bruce, C. R. and J. B. Loy. 1994. Heritability of seed size in hull-less seeded strains of *Cucurbita pepo* L. Cucurbit Genet. Coop. Rep. No. 17: 125-127.

Caglar, G. and K. Abak. 1997. In vitro colchicine application of haploid cucumber plants. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 20: 21-23.

Call, A. D. and T. C. Wehner. 2011. Gene list 2010 for cucumber. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 33/34: 69-103.

Chee, P. P. 2001. Transgenic crops (*Cucumis sativus* L.), pp. 132-146. In: Y. P. S. Bajaj (ed.). Transgenic crops. Springer-Verlag, Berlin.

Chekalin, N. M., I. M. Chekalina, and T. M. Pestova. 1971. Artificial tetraploids of squash (*Cucurbita maxima* Duch.). (In Russian). Genetica 7 (4): 13-19. c.a. Plant Breeding Abst. 42: Abst. 3794; 1972.

Chen, J. F. and J. Adelberg. 2000. Interspecific hybridization in *Cucumis* – progress, problems, and perspectives. HortScience 35 (1): 11-15.

Chen, J. F., J. E. Staub, Y. Tashiro, S. Isshiki, and S. Miyazaki. 1997. Successful interspecific hybridization between *Cucumis sativus* L. and *C. hystrix* Chakr. Euphytica 96: 413-419.

Chen, J. F., J. Staub, J. Adelberg, S. Lewis, and B. Kunkle. 2002. Synthesis and preliminary characterization of a new species (amphidiploid) in *Cucumis*. Euphytica 123: 315-323.

Chen, J. F. et al. 2003. An allotriploid derived from a amphidiploid × diploid mating in *Cucumis*. Euphytica 131: 235-241.

Chen, J. F., L. Z. Chen, Y. Zhuang, Y. G. Chen. And X. H. Zhou. 2008. Cucumber breeding and genomics: potential from research with *Cucumis hystrix*, pp. 95-100. In: Cucurbitaceae 2008, Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Va, USA.

Chen, H., Y. Tian, X. Lu, and X. Liu. 2011. The inheritance of two novel subgynoecious genes in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Sci. Hort. 127: 464-467.

Compton, M. E., D. J. Gray, and V. P. Gaba. 2004. Use of tissue culture and biotechnology for the genetic improvement of watermelon. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 77: 231-243.

Cowen, N. M. and D. B. Helsel. 1983. Inheritance of two genes for spine color and linkages in a cucumber cross. J. Hered. 74: 308-309.

Coyne, D. P. 1970. Inheritance of mottle-leaf in *Cucurbita moschata* Poir. HortScience 5 (section 1): 226-227.

Custers, J. B. M. and A. P. M. Den Nijs. 1986. Effects of aminoethoxyvinyglycine (AVG), environment, and genotypes in overcoming hybridization barriers between *Cucumis* species. Euphytia 35: 639-647.

Danin-Poleg, Y. et al. 2002. Construction of a genetic map of melon with molecular markers and horticultural traits, and localization of genes associated with ZYMV resistance. Euphytica 125: 373-384.

Davis, A. R. et al. 2013. Watermelon quality traits as affected by ploidy. HortScience 48 (9): 1113-1118.

De Araujo Barros, A. K. et al. 2011. Diallel analysis of yield and quality of melon fruits. Crop Breeding Apple. Biotechnol. 11: 313-319.

Delannay, I. Y., J. E. Staub, and J. F. Chen. 2010. Backross introgression of the *Cucumis hystrix* genome increases diversity in U. S. processing cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 135: 351-361.

Delany, D. E. and R. L. Lower. 1987. Generation mean analysis of plant characters in crosses between two determinate cucumber lines and *Cucumis sativus* var. *hardwickii*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 707-711.

Dogimont, C. 2011. Gene list of melon. Cucurbit Gen. Coop Rep. No. 33/34: 104-133.

Dolcet-Sanjuan, R., E. Claveria, and J. Garcia-Mas. 2006. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) dihaploid production using in vitro rescue of in vivo induced parthenogenic embryos. Acta Hort. 725: 116.

Dutt, B. and S. Saran. 1998. Cytogenetics, pp. 33-38. In: N. M. Nayar and T. A. More (eds.). Cucurbits. Since Pub., Inc., Enfield, N. H.

Duvick, D. N. 1966. Enfluence of morphology and sterility on breeding methodology, pp. 85-138: In: K. J. Frey (ed.). Plant breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

Edelstein, M., H. S. Paris, and H. Nerson. 1989. Dominance of bush growth habit in spaghetti squash (*Cucurbita pepo*). Euphytica 43 (3): 253-257.

Ezura, H. and N. Fukino. 2009. Research tools for functional genomics in melon (*Cucumis melo* L.): current status and prospects and prospects. Plant Biotechnol. 26: 359-368.

Faris, N. M., V. Nikolova, and K. Niemirowicz-Szczytt. 1999. The effect of gamma irradiation dose on cucumber (*Cucumis sativus* L.) haphloid embryo production. Acta Physiol. Plant. 21 (4): 391-396.

Fassuliotis, G. and B. V. Nelson. 1988. Interspecific hybrids of *Cucumis metuliferus* × *C. anguria* obtained through embryo culture and somatic embryogenesis. Euphytica 37: 53-60.

Feng, H., X. M. Li, Z. Y. Liu, P. Wei, and R. Q. Ji. 2009. A co-dominant molecular marker linked to the monoecious gene CmACS-7 derived from gene sequence in *Cucumis melo* L. Afrcian J. Biotechnol. 8 (14): 3168-3174.

Galazka. J. et al. 2015. From pollination to DH lines – Verification and optimization of protocol for production of doubled haploids in cucumber. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus 14 (3): 81-92.

Gao, X. W. et al. 2014. Fine mapping of a gene that confers palmately lobed leaf (pll) in melon (*Cucumis melo* L.). Euphtytica 200 (3): 337-347.

Garcia-Mas, J. et al. 2012. The genome of melon (*Cucumis melo* L.). PNAS 109 (29): 11872-11877. The Internet.

George, W. L., Jr. 1970. Genetic and environmental modifications of determainte plant habit in cucumbers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 583-586.

George, W. L., Jr. 1971. Inheritance of genetic background on sex conversion by 2-chloroethylphonic acid in monoecious cucumbers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 152-154.

George, R. A. T. 1985. Vegetable seed production Longman, London. 318 p.

Gomez-Gullamón, M. L., A. I. López-Sesé, and R. Fernández-Mũnoz. 2014. A QTL controlling male flower truss in melon (*Cucumis melon* L.), pp. 172-174. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedings, Alexandria, Va, U.S.

González, V. M., J. Garcia-Mas, P. Arus, and P. Puigdomenech. 2010. Generation of a BAC-based physical map of the melon genome. BMC Genomics 11: 339.

Green, C. H. and E. C. Stevenson. 1962. Effects of ploidy differences in horticultural characteristics in watermelons. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80: 550-555.

Grumet, R. and R. Duvall. 1993. Testing the effect of the determinate shoot growth allele on cucumber root growth. HortScience 28 (8): 847-849.

Grumet, R., N. L. Katzir, H. A. Little, V. Portnoy, and Y. Burger. 2007. New insights into reproductive development in melo (*Cucumis melo* L.). Inter. J. Plant Develop. Biol.

Guner, N. and T. C. Wehner. 2003. Gene list for watermelon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. 26: 76-92.

Guner, N. and T. C. Wehner. 2004. The genes of watermelon. HortScience 39 (6): 1175-1182.

Gusmini, G. and T. C. Wehner. 2006. Review of watermelon genetics for plant breeders. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 28-29: 52-61.

Gvozdanovic-Varga, J., M. Vasić, D. Milić, and J. Cervenski. 2011. Diallel cross analysis for fruit traits in watermelon. Genetika 43 (1): 163-174.

Hancock, J. F. 2004. Plant evolution and the origin of crop species (2nd ed.). CABI Publishing, Wallingford, UK. 313 p.

Hawthorn, L. R. and L. H. Pollard. 1954. Vegetable and flower seed production. The Blakiston Co., Inc, London. 259 p.

Hazara, P., A. K. Mandal, A. K. Dutta, and H. H. Ram. 2007. Breeding pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Ex Poir.) for fruit yield and other characters. Inter. J. Plant Breeding 1 (1): 51-64.

Hedrick, U. P. (ed.) Sturtvant's notes on edible plants. J. B. Lyon Co. Albany. 686 p.

Huang, S. 2009. The genome of the cucumber, *Cucumis sativus* L. Nature Genetics 41 (12): 1275-1283.

Huang, H. X., X. Q. Zhang. Z. C. Wei, Q. H. Li, and X. Li. 1998. Inheritance of male-sterility and dwarfism in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai). Sci. Hort. 74 (3): 175-181.

Hunsperger, M. H., D. B. Helsel, and L. R. Baker. 1983. Silver nitrate induction of staminate flowring in hermaphroditic pickling cucumbers. HortScience 18: 347-349.

Hutton, M. G. and R. W. Robinson. 1992. Gene list for *Cucurbita* spp. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 15: 102-108.

Iezzoni, A. F., C. E. Peterson, and G. E. Tolla. 1982. Genetic analysis of two perfect-flowered mutants in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 678-681.

Iida, S. and E. Amano. 1991. Mutants induced by pollen irradiation in cucumber. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 14: 33-34.

Jarl, C. I. 2001. Somatic hybridization in *Cucumis*, pp. 139-152. In: Nagata/Bajaj (eds.). Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 49. Somatic hybridization in crop improvement II. Springer-Verlag, Berlin.

Jelaska, S. 1986. Cucurbits, pp. 371-386. In: Y. P. S. Bajaj (ed.). Biotechnoloty in agriculture and forestry. Vol.2. Crops I. Springer-Verlag, Berlin, Hidelberg.

Ji, G. et al. 2015. Inheritance of sex forms in watermelon (*Citrullus lanatus*). Sci. Hort. 193: 367-373.

Jie, Z. et al. 2014. Fine mapping of the flesh color controlling genes in watermelon (*Citrullus lanatus*), pp. 111-116. In: Cucurbitaceae 2014 Procedings. Alexandria, Virginia, U.S.

Karaagac, O. and A. Balkaya. 2013. Interspecific hybridization and hybrid seed yield of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and

pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) lines for rootstock breeding. Sci. Hort. 149: 9-12.

Kasrawi, M. A. 1988. Effect of silver nitrate on sex expression and pollen viability in parthenocarpic cucumber (*Cucumis sativus* L.). Dirasat 15 (11): 69.

Kauffman, C. S. and R. L. Lower. 1976. Inheritance of an extreme dwarf plant type in the cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 150-151.

Kenigsbuch, D. and Y. Cohen. 1990. The inheritance of gynoecy in muskmelons. Genome 33 (3): 317-327.

Khan, I. A., L. F. Lippert, M. O. Hall, and G. E. Jones. 1988. A simple procedure and the genetic potential for rooting of stem cuttings in muskmelon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 11: 43-48.

King, S. R., A. R. Davis, X. P. Zhang, and K. Crosby. 2010. Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. Sci. Hort. 127: 106-111.

Klosinska, U., E. U. Kozik, and T. C. Wehner. 2006. Inheritance of a new trait - twin fused fruit – in cucumber. HortScience 41(2): 313-314.

Knavel, D. E. 1990. Inheritance of a short-internode mutant of 'mainstream' muskmelon. HortScience 25 (10): 1274-1275.

Knavel, D. E. and R. L. Houltz. 1990. Growth and fruiting of short-internode Main Dwarf, normal-internode parent, and hybrid. HortScience 25 (10): 1277-1279.

Knopf, R. K. and T. Tova. 2006. The female-specific Cs-ACSIG gene of cucumber - a case of gene duplication and recombination between the non-sex specific 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase gene and a branched-chain amino acid transaminase gene. Plant and Cell Physiol.

Kooistra, E. 1971. Inheritance of fruit and skin colours in powdery mildew resistant cucumbers (*Cucumis sativus* L.). Euphytica 20: 521-523.

Kosmrij, K., J. Murovec, and B. Bohanec. 2013. Haploid induction in hull-less seed pumpkin through parthenogenesis induced by X-ray-irradiated pollen. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 138 (4): 310-316.

Kosmrij, K., J. Murovec, T. Krumpestar, E. Stajic, and B. Bohanec. 2014. Advances in biotechnical approaches for breeding of pumpkins (*Cucurbita pepo* L.), pp. 122-124. In: Cucurbitaceae 2014, Pro. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, VA, USA.

Kumar, R. and T. C. Wehner. 2011. Natural outcrossing in watermelon – A review. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 33/34: 42-43.

Kumar, R., M. Dia, and T. C. Wehner. 2013. Implications of mating behavior in watermelon breeding. HortScience 48 (8): 960-964.

Lecouviour, M., M. Pitrat, and G. Risser. 1990. A fifth gene for male sterility in *Cucumis melo*. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 13: 34-35.

Lee, C. W. and J. Janick. 1978. Inheritance of seedling bitterness in *Cucumis melo* L. HortScience 13: 193-194.

Lippert, L. F. and M. O. Hall. 1982. Heritabilities and correlation in muskmelon from parent-offspring regression analysis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 217-221.

Levi, A., C. E. Thomas, A. P. Keinath, and T. C. Wehner. 2001 Genetic diversity among watermelon (*Citrullus lanatus* and *Citrullus colocynthis*) accessins. Genet. Resour. Crop. Evol. 48: 559-566.

Levi, A. et al. 2006. An extended linkage map for watermelon based on SRAP, AFLP, SSR, ISSR, and RAPD markers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 131 (3): 393-402.

Levi, A., C. E. Thomas, T. C. Wehner, and X. Zhang. 2011. Low genetic diversity indicates the need to broaden the genetic base of cultivated watermelon. HortScience 36 (6): 1096-1101.

Levi, A. et al. 2014. Using genomic data for enhancing disease and pest resistance in watermelon cultivars, pp. 161-163. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci. Alexandria, Virginia, US.

Li, Y., J. F. Whitesides, and B. Rhodes. 1999. In vitro generation of tetraploid watermelon with two dinitroanilines and colchicine. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 22: 38-40.

Li, X. Z. et al. 2008. Detecting QTLs for plant architecture traits in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Breeding Sci. 58: 453-460.

Liu, P. B. W. and J. B. Loy. 1972. Inheritance and morphology of two dwarf mutants in watermelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 (6): 745-748.

Liu, J. R., P. S. Choi, and Y. S. Kim. 2001. Transgenic watermelon (*Citrullus lanatus*), pp. 125-131. In: Y. P. S. Bajaj (ed). Biotechnology in agriculture and forestry. Vol. 47. Transgenic crops II. Springer-Verlag, Berlin.

Liu, S. et al. 2008. Genetic association of ethylene-insensitive 3-like sequence with the sex-determining M locus in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Theo. Appl. Gen. 117 (6): 927-933.

Lou, L. and T. C. Wehner. 2016. Qualitative inheritance of external fruit traits in watermelon. HortScience 51 (5): 487-496.

Lou, Q. F. et al. 2007. Identification of an AFLP marker linked to a locus controlling gynoecy in cucumber and its conversion into SCAR marker useful for plant breeding. Acta Hort. No. 763: 75-82.

Lower, R. L. and M. D. Edwards. 1986. Cucumber breeding, pp. 173-207. In: M. J. Bassett (ed.). Breeding vegetable crops. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn.

Lun, Y. et al. 2016. A CsYcf54 variant conferring light green coloration in cucumber. Euphytica 208 (3): 509-517.

Ma, D., L. Sun, Y. H. Liu, Y. Zhang, and H. Liu. 1997. A genetic model of a bitter taste in young fruits of melon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 20: 27-29.

Maggs, G. L. 1999. Genetic marker techniques in the family cucurbitaceae. Agricola 1998/1999: 79-85. The Internet.

Mann, L. K. 1962. Morphological characteristics affecting reproductive processes in plants, pp. 201-210. In: Campbell Soup Conpany. Proceddings of plant science symposium. Camden, N. J.

Mann, L. K. and J. Robinson. 1950. Fertilization, seed development and fruit growth as related to fruit set in cantaloupe. Amer. J. Bot. 37: 685-697.

Manzano, S., C. Martinez, J. M. Garcia, Z. Megias, and M. Jamilena. 2014. Involvement of ethylene in the sexual expression and sex determination of watermelon (*Citrullus lanatus*), pp. 186-188. In: Cucurbitacea 2014, Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci. Alexandria, Virginia, U.S.

Matsumoto, Y. and M. Miyagi. 2012. Mapping of a gene conferring alleviation of pollen-pistil incongruity found in an interspecific cross between *Cucumis anguria* L. and *Cucumis melo* L. (melon). Sci. Hort. 146: 81-85.

Matsumoto, Y., M. Miyagi, N. Watanabe, and T. Kuboyama. 2012. Temperature-dependent enhancement of pollen tube growth observed in interspecific crosses between wild *Cucumis* spp. and melon (*C. melon* L.). Sci. Hort. 138: 144-450.

Matsura, S., H. Mizusawa, and K. Kadowaki. 1998. Paternal inheritance of mitochondrial DNA in cucumber: confirmation by PCR method. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 21: 6-7.

McCollum, T. G. 1990. Gene B influences susceptibity to chilling injury in *Cucurbita pepo*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 (4): 618-622.

McCreight, J. D. 1986. Pre-anthesis classification of muskmelon segregating for male sterility. HortScience 21: 536-537.

McCreight, J. D. and G. W. Elmstrom. 1984. A third muskmelon male sterile gene. HortScience 19: 268-270.

McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. USDA, Agr. Handbook No. 496. 411 p.

McGregor, C. 2014. Identification of quantitative trait loci (QTL) in watermelon (*Citrullus lanatus*), pp. 152-155. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Virginia, U.S.

McGregor, C. E., V. Waters, T. Vashisth, and H. Abdel-Halleem. 2014. Flowering time in watermelon is associated with a major quantitative trait locus on chromosome 3. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 139 (1): 48-53.

Metwally, E. L., S. A. Haroun, and G. A. El-Fadly. 1996. Interspecific cross between *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita martinezii* through *in vitro* embryo culture. Euphytica 90 (1): 1-7.

Metwally, E. I., S. A. Moustafa, B. I. El-Sawy, S. A. Haroun, and T. A. Shalaby. 1998a. Production of haploid plants from in vitro culture of unpollinated ovules of *Cucurbita pepo*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 52 (3): 117-121.

Metwally, E. I., S. A. Moustafa, B. I. El-Sawy, and T. A. Shalaby. 1998b. Haploid plantlets derived by anther culture of *Cucurbita pepo*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 52: 171-176.

Metwally, E. J., S. A. Moustafa, B. I. El-Sawy, and T. A. Shalaby. 1998c. Horticultural characters for the dihaploid plants derived from anther culture in *Cucurbita pepo* L. Cucurbitaceae '98. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Virginia.

Miao, H. et al. 2011. A. linkage map of cultivated cucumber (*Cucumis sativus* L.) with 248 microsatellite marker loci and seven gems for horticulturally important traits. Euphytica 182: 167-176.

Miao, H., S. Zhang, Y. Wang, and X. Gu. 2014. Progress in cucumber molecular breeding, pp. 117-118. In: Cucurbitaceae 2014 proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Va, US.

Miller, J. C., Jr. and J. E. Quisenberry. 1976. Inheritance of time to flowring and its relationship to crop maturity in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 497-500.

Mohr, H. C. and M. S. Sandhu. 1975. Inheritance and morphology traits of a double recessive dwarf in watermelon, Citrullus lantus (Thunb.) Mansf. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100: 135-137.

Moore, T. A. and H. M. Mumger. 1986. Gynoecious sex expression and stability in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Euphytica 35: 899-903.

Moore, T. A. and V. S. Sehadri. 1998. Genetic studies, pp. 129-153. In: N. M. Nayar and T. A. More (eds.). Cucurbits. Since Pub., Inc., Englield, N. H.

Moreno, V. and L. A. Roig. 1990 Somaclonal variation in cucurbits, pp. 435-464. In: Y. P. S. Bajaj (ed.). Biotechnology in agriculture and forestry. Vol. 11. Somaclanal variation in crop imporvment I. Spring-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Munger, H. M. 1988. A reivision on controlled pollination of cucumber. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 11:8.

Munger, H. M. 1990. Availability and use of interspecific populations involving *Cucurbita moschata* and *C. pepo*. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No 13: 49.

Murdock, B. A., N. H. Ferguson, and B. B. Rhodes. 1990. Male-strile (ms) from China apparently non-allelic to glabrous-male sterile (gms) watermelon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 13: 46.

Mutschler, M. A. and O. H. Pearson. 1987. The origin, inheritance, and instability of butternut squash (*Cucurbita moschata* Duchesne). HortScience 22: 535-539.

Navot, N., M. Sarfatti, and D. Zamir. 1990. Linkage relationship of genes affecting bitterness and flesh color in watermelon. J. Hered. 81 (2): 162-165.

Nepi, M. and E. Pacini. 1993. Pollination, pollen viability and pistil receptivity in *Cucurbita pepo*. Ann. Bot. 72 (66): 527-536.

Nepi, M., M. Guarnieri, and E. Pacini. 2001. Nectar secretion, reabsorption, and sugar composition in male and female flowers of *Cucurbita pepo*. Int. J. Plant Sci. 162 (2): 353-358.

Nerson, H. 2009. Effects of pollen-load on fruit yield, seed production and germination in melons, cucumbers and squash. J. Hort. Sci. Biotechnol. 84 (5): 560-566.

Ng, T. J. 1988. Fabric plant covers as an aid in watermelon breeding. HortScience 23: 913.

Nienhuis, J. and A. M. Rhodes. 1977. Interspecific grafting to enhance flowering in wild species of *Cucurbita*. HortScience 12: 458-459.

Norton, J. D. and D. M. Granberry. 1980. Characteristics of progeny from an interspecific cross of *Cucumis melo* with *C. metuliferus*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 (2): 174-180.

Nugent, P. E. and J. C. Hoffman. 1981. Natural cross pollination in four andromonoecious seedling marker lines of muskmelon. HortScience 16: 73-74.

Nugent, P. E. and D. T. Ray. 1992. Spontaneous tetraploid melons. HortScience 27 (1): 47-50.

Oliver, M. et al. 2001. Construction of a reference linkage map for melon. Genome 44: 836-845.

Paris, H. 1988. Complementary genes for orange fruit flesh color in *Cucurbita pepo*. HortScience 23: 601-603.

Paris, H. S. 1989. List, description, and interactions of the genes affecting fruit color in *Cucurbita pepo*. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 12: 72-74.

Paris, H. S. 2002. Multiple allelism at a major locus affecting fruit coloration in *Cucurbita pepo*. Euphytica 125 (2): 149-153.

Paris, H. S. 2007. Genetic analysis and breeding of pumpkins and squash for high carotene content, pp. 93-115. Modern methods of plant analysis. 16. Vegetables and vegetable products. H. F. Linskens and J. F. Jackson (ed.). The Internet.

Paris, H. S. 2015. Germplasm enhancement of *Cucurbita pepo* (pumpkin, squash, gourd: Cucurbitaceae): progress and challenges. Euphytica 208 (3) 415-438.

Paris, H. S. and R. N. Brown. 2005. The genes of pumpkin and squash. HortScience 40 (6): 1620-1630.

Paris, H. S. and A. Hanan. 2010. Single recessive gene for multiple flowering in summer squash. HortScience 45: 1643-1644.

Paris. H. S., H. Nerson, and N. Zass. 1986. Effects of gene B in *Cucurbita moschata*. HortScience 21: 1036-1037.

Park, S. O., K. M. Crosby, R. Huang, and T. E. Mirkov. 2004. Identification and confirmation of RAPD and SCAR markers linked to the ms-3 gene controlling male sterility in melon (*Cucumis melo* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 129 (6): 819-825.

Park, S. O., H. Y. Hwang, and K. M. Crosby. 2009. A genetic linkage map including loci for male sterility, sugars, and ascorbic acid in melon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 134 (1): 67-76.

Pierce, L. K. and T. C. Wehner. 1990. Review of genes and linkage groups in cucumbers. HortScience 25: 605-615.

Pike, L. M. and W. A. Mulkey. 1971a. TAMU 950, a hermaphrodite inbred line of cucumber. Veg. Improv. Newsletter No. 13: 4.

Pike, L. M. and W. A. Mulkey. 1971b. Use of hermaphrodite inbred line in development of gynoecious hybrids. HortScience 6: 339-340.

Pitrat, M. 1991. Linkage groups in *Cucumis melo* L. J. Hered. 85 (5): 406-411.

Plader, W. and M. Rakoczy-Trojanowska. 1994. Obtaining of hybrids within the family Cucurbitaceae by in vitro culture of immature embryos. III. Characteristics of hybrids of *Cucurbita maxima* × *C. ficifolia* and *C. maxima* × *C. foetidissima*. Genet. Pol. 35 (1-2): 11-22.

Prothro, J., H. Abdel-Haleem, E. Bachlava, V. White, and S. Knapp. 2013. Quantitative trait loci associated with sex expression in an

inter-subspecific watermelon population. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 138 (2): 125-130.

Purseglove, J. W. 1974. Tropical crops: dicotyledons. The English Language Book Soc., London. 719 p.

Qian, C. T., M. M. Jahn, J. E. Staub, X. D. Luo, and J. F. Chen. 2005. Mitotic chromosome behaviour in an allotriploid derived from an amphidiploid × diploid mating in *Cucumis*. Plant Breeding 124 (3): 272-276.

Rakha, M. T., E. I. Metwally, S. A. Moustafa, and Y. H. Dewir. 2012. Production of *Cucurbita* interspecific hybrids through cross pollination and embryo rescue technique. World Applied Sciences Journal 20 (10): 1366-1370.

Ram, D., S. Kumar, M. K. Banerjee, B. Singh, and S. Singh. 2002. Developing bitter gourd (*Momordica charantia* L.) populations with a very high proportion of pistillate flowers. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 25: 65-66.

Ray, D. T. and J. D. McCreight. 1996. Yellow-tip: a cytoplasmically inherited trait in melon (*Cucumis melo* L.). J. Hered. 87 (3): 245-247.

Ren, Y. et al. 2009. An integrated genetic and cytogenic map of the cucumber genome. Plos One 4 (6). e 5795. (www.plosone.org).

Rhodes, B. 2000. Hybrid seed production in watermelon, pp. 69-88. In: A. S. Basra (ed.). Hybrid seed production in vegetables: rationale and methods in selected crops. Food Production Press, N. Y.

Rhodes, B., X. Zhang, V. Baird, and H. Knapp. 1999. A tendrilless mutant in watermelon: phenotype and inheritance. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 22: 28-30.

Robinson, R. W. 2000. Rationale and methods for producing hybrid cucurbit seed, pp. 1-47. In: A. S. Basra (ed.). Hybrid seed production in vegetables: rationale and methods in selected crops. Food Products Press, N. Y.

Robinson, R. W. 2010. Pollination of squash before and after the day of anthesis. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 33/34: 51-52.

Robinson, R. W. and D. S. Decker-Walters. 1997. Cucurbits. CAB International, Wallingford, UK. 226 p.

Robinson, R. W. and M. G. Hutton. 1996. Update of gene list for *Cucurbita* spp. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 19: 91-92.

Robinson, R. W., H. M. Munger, T. W. Whitaker, and G. W. Bohn. 1976. Gene for the cucurbitaceae. HortScience 11: 554-568.

Robinson, R. W. and H. S. Paris. 2000 Cucurbita gene list update – 2000. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 23: 137-138.

Robinson, R. W. and T. W. Whitaker. 1974. *Cucumis* pp. 145-150. In: R. C. King (ed.). Handbook of genetics. Vol. 2. Plants, plant viruses, and protists. Plenun Pr., N. Y.

Robinson, R. W., A. Jaworski, P. M. Gorski, and S. Shanon. 1988. Interaction of cucurbitacin genes. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 11: 23-24.

Sain, R. S., P. Joshi, and E. V. D. Sastry. 2002. Cytogenetic analysis of interspecific hybrids in genus *Citrullus* (Cucurbitaceae). Euphytica 128: 205-210.

Sandlin, K., J. Prothro, and A. Heesacker. 2012. Comparative mapping in watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai]. Theo. Appl. Gen. 125 (8): 1603-1618.

Savin, F., V. Decomble, M. Le Couviour, and H. Hallard. 1988. The x-ray detection of haploid embryos arisen in muskmelon (*Cucumis melo* L.) seeds, and resulting from a parthenogenetic development induced by irradiated pollen. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 11: 39-42.

Scarchuk, J. 1954. Fruit and leaf characters in summer squash. J. Hered. 45: 295-297.

Scott, J. W. and L. R. Baker. 1975. Inheritance of sex expression from crosses of dioecious cucumber (*Cucumis sativus* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 (5): 457-461.

Scott, D. H. and M. E. Riner. 1946. A mottled-leaf character in winter squash . J. Hered. 37: 27-28.

Sebastian, P., H. Schaefer, I. R. H. Telford, and S. S. Renner. 2010. Cucumber (*Cucumis sativus*) and melon (*C. melo*) have numerous wild relatives in Asia and Australia, and the sister species of melon is from Australia. PNAS; 5pp. The Internet.

Shanmugasundaram, S., P. H. Williams, and C. E. Peterson. 1971. Inheritance of fruit spine color in cucumber. HortScience 6 (3): 213-214.

Sherman, M., H. S. Paris, and J. J. Allen. 1987. Storability of summer squash as affected by gene and genetic background. HortScience 22: 920-922.

Shifriss, O. 1982. Identification of selective suppressor gene in *Cucurbita pepo* L. HortScience 17: 637-638.

Sitterly, W. R. 1972. Breeding for disease resistance in cucurbits. Ann. Rev. Phytopathol. 10: 471-490.

Skálová, D. et al. 2007. Interspecific hybridization of *C. anguria* × *C. zehyeri*, *C. sativus* × *C. melo* and *C. sativus* × *C. metuliferus* with the use of embryo cultures. Acta Hort. No. 731: 77-82.

Skorupska, H. T. and N. G. Allgood. 1990. Staining procedure for watermelon somatic chromosomes. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 13: 47-48.

Smith, O. S. and R. L. Lower. 1973. Effects of induced polyploidy in cucumbers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98: 118-120.

Soria, C., M. L. Gomez-Guillamon, J. Esteva, and F. Nuez. 1990. Ten interspecific crosses in the genus *Cucumis*: a preparatory study to seek crosses resistant to melon yellowing disease. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 13: 31-33.

Stankovic, L. and S. Prodanovic. 2002. Silver nitrate effects on sex expression in cucumber. Acta Hort. No. 579: 203-206.

Staub, J. E., B. Balgooyen, and G. E. Tolla. 1986. Quality and yield of cucumber hybrids using gynoecious and bisexual parents. HortScience 21: 510-512.

Sultana, R. S. and Md. M. Rahman. 2013. Biot6echnological approaches of watermelon to meet the future challenges for next decades. Adv. Biosic. Bioeng. 1 (2): 40-48.

Szabo, Z. et al. 2005. Genetic variation of melon (*C. melo*) compared to an extinct landrace from the Middle Ages (Hungary). I. rDNA, SSR and SNP analysis of 47 cultivars. Euphytica 146 (1-2): 87-94.

Tang, F. A. and Z. K. Punja. 1989. Isolation and culture of protoplasts of *Cucumis sativus* and *Cucumis metuliferus* and methods for their fusion. Cucurbit Gen. Cooper. Rep. No. 12: 29-34.

Tan, S. Y., X. Q. Huang, J. W. Liu, and W. G. Liu. 1995. Raising the frequency of inducing tetraploid watermelon by treating of colchicine. Acta Hort. No. 402: 18-22.

Thomas, P. and T. A. More. 1990. Screening wild *Cucumis* spp. In the field and with artificial seed inoculation against *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 13: 18-19.

Trebitsh, T., J. E. Staub, and S. D. O'Neill. 1997. Identification of a 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase gene linked to the Female (F) locus that enhances female sex expression in cucumber. Plant Physiol. 113 (3): 987-995.

Tyurinaz, T. A. 1970. Some data on the induction of tetraploid forms of watermelon. (In Russian). Uch. Zap. Orenburg. gos. ped in-t (1970) No. 29: 48-52. c.a. Hort. Abst. 42: Abst. 3784; 1972.

Vining, K. and B. Loy. 1998. Seed fill occurs in stored fruit of *Cucurbita pepo* L. harvested prematurely. Cucurbit Genetics Cooperative Report No. 21: 57-58.

Wall, J. R. 1967. Correlated inheritance of sex expression and fruit shape in *Cucumis*. Euphytica 16: 199-208.

Walters, S. A. and T. C. Wehner. 2002. Incompatability in diploid and tetraploid crosses of *Cucumis saivus* and *Cucumis metuliferus*. Euphytica 128: 371-374.

Wang, Y. H., T. Joobeur, R. A. Dean, and J. E. Staub. Cucurbits, pp. 315-329. In: K. Chittaranjan (ed.). Genome mapping and moleculer breeding in plants. Vol. 5. Vegetables. Springer-Verlag, Berlin.

Watts, L. 1980. Flower and vegetable plant breeding. Grower Books, London. 182 p.

Whitaker, T. W. 1974. Cucurbita, pp. 135-144. In: R. C. King (ed.). Handbook of genetics. Vol. 2. Plants, plant viruses, and protists. Plenum Pr., N. Y.

Wehner, T. C. 2002. Vegetable cultivar descriptions for North America. List 26-2002. HortScience 37: 15-78.

Whitaker, T. W. and G. N. Davis. 1962. Cucurbits. Interscience Pub., Inc., N. Y. 249 p.

Wehner, T. C. 2005. Intercrossability of Cucurbit species. The Internet.

Wehner, T. C. 2014. Watermelon breeding questions from 22 years of research, pp. 91-92. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Va, U. S.

Wehner, T. C. and E. G. Humphries. 1995. A singl-fruit seed extractor for cucumbers. HortTechnology 5 (3): 268-273.

Wehner, T. C. and S. F. Jenkins, Jr. 1985. Rate of natural outcrossing in monoecious cucumbers. HortScience 20 (2): 211-213.

Wehner, T. C., G. E. Tolla, and E. G. Humphries. 1983. A plot scale extractor for cucumber seeds. HortScience 18: 246-247.

Wehner, T. C., J. E. Staub, and J. S. Liu 1998. A recessive gene for revolute cotyledons in cucumber. J. Hered. 89 (1): 86-87.

Wehner, T. C., J. S. Liu, and J. E. Staub. 1998. Two-gene interaction and linkage for bitterfree foliage in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123 (3): 401-403.

Wehner, T. C., N. V. Shetty, and G. W. Elmstrom. 2001. Breeding and seed production, pp. 27-73. In: D. N. Maynard (ed.). Watermelons: characteristics, production, and marketing. ASHS Press, Alexandria, Va.

Wehner, T. C., R. M. Cade, and R. D. Locy. 2007. Cell, tissue, and organ culture techniques for genetic improvement of cucurbits, pp. 367-381. In: Crop improvement and protection. The Internet.

Weng, Y. 2014. Molecularly tagged genes and quantitative trait loci in cucumber, pp. 48-52. In: Cucurbitaceae 2014, Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alex., Va, U.S.

Whitaker, T. W. and W. P. Bemis. 1976. Cucurbits, pp. 64-69. In: N. W. Simmonds (ed.). Evolution of crop plants. Longman, London.

Whitaker, T. W. and I. C. Jagger. 1937. Breeding and improvement of cucurbits, pp. 207-232. In: United States Department of Agriculture: 1937 Yearbook of agriculture: better plants and animals II. Wash., D. C.

Wilson, J. E. and L. R. Baker. 1976. Inheritance of carpel separation in mature fruit of pickling cucumbers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 66-69.

Winsor, J. A., S. Peretz, and A. G. Stephenson. 2000 Pollen competition in a natural population of *Cucurbita foetidissima* (Cucurbitaceae). Amer. J. Bot. 87 (4): 527-532.

Wolukau, J. N., X. Zhou, and J. F. Chen. 2009. Identification of amplified fragment length polymorphism markers linked to gummy stem blight (*Didymella bryoniae*) resistance in melon (*Cucumis melo* L.) PI 420145. HortScience 44: 32-34.

Wu, T., J. Zhou, Y. Zhang, and J. Cao. 2007. Characterization and inheritance of a bush-type in tropical pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne). Sci. Hort. 114 (1): 1-4.

Xin, M., Z. Qin, L. Wang. T. Wu, and X. Zhou. 2012. Genetic identification of a dwarf mutant in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Afr. J. Biotechnol. 11 (20): 4493-4498.

Yamasaki, S., N. Fujii, S. Matsuura, H. Kizusawa, and H. Takahashi. 2001. The M locus and ethylene-controlled sex determination in andromonoecious cucumber plants. Plant and Cell Physiology 42 (6): 608-619.

Yetisir, H. and N. Sari. 2003. A new method for haploid muskmelon (*Cucumis melo* L.) dihaploidization. Sci. Hort. 98: 277-283.

Zalapa, J. E., J. E. Staub, and J. D. McCreight. 2006. Generation mean analysis of plant architectural traits and fruit yield in melon. Plant Breeding 125: 482-487.

Zhang, X. P. and M. Wang. 1990. A genetic male-sterile (ms) watermelon from China. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 13: 45-46.

Zhang, Q., A. C. Gabert, and J. R. Baggett. 1994. Characterizing a cucumber pollen sterile mutant: inheritance, allelism, and response to chemical and environmental factors. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119 (4): 804-807.

Zhang, X. P., B. B. Rhodes, W. W. Baird, H. T. Skorupska, and W. C. Bridges. 1996. Phenotype, inheritance, and regulation of expression of a new virescent mutant in watermelon: juvenile albino. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (4): 609-615.

Zhang, X. P., B. B. Rhodes, W. W. Baird, H. T. Skorupska, and W. C. Bridges. 1996a. Development of genic mal-sterile watermelon lines with delayed-green seedling marker. HortScience 31 (1): 123-126.

Zhang, X. P., B. B. Rhodes, W. V. Baird, W. C. Bridges, and H. T. Skorupska. 1996b. Development of genic male-sterile watermelon lines with Juvenile albino seedling marker. HortScience 31 (3): 426-429.

Zhang, R., et al. 2004. A genetic linkage map for watermelon derived from recombinant inbred lines. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 129 (2): 237-243.

Zhou, X. H., C. T. Qian, Q. F. Lou, and J. F. Chen. 2009. Molecular analysis of introgression lines from *Cucumis hystrix* Chakr. to *C. stativus* L. Sci. Hort. 119 (3): 232-235.

Zhang, W., H. Hao, L. Ma, C. Zhao, and X. Yu. 2010. Tetraploid muskmelon alters morphological characteristics and improves fruit quality . Sci. Hort. 125 (3): 396-400.

Zhang, Y., Z. Cheng, J. Ma, F. Xian, and X. Zhang. 2012. Characteristics of a novel male-female sterile watermelon (*Citrullus lanatus*) mutant. Sci. Hort. 140: 107-114.

Zhang, Q., E. Yu, and A. Medina. 2012. Development of advanced interspecific-bridge lines among *Cucurbita pepo*, *C. maxima*, and *C. moschata*. HortScience 47 (4): 452-458.

Zhang, H. et al. 2016. Genetic diversity, population structure, and formation of a core collection of 1197 *Citrullus* accessions. HortSceince 51 (1): 23-29.

Zhuang, F. Y., J. F. Chen, J. E. Staub, and C. T. Qian. 2006 Taxonomic relationships of a rare *Cucumis* species (*C. hystrix* Chakr.) and its interspecific hybrid with cucumber. HortSceince 41 (3): 571-574.

# صدَر للمؤلف

## صدَر للمؤلف الكتب التالية:

**أولاً: فى مجال أساسيات وتقنيات إنتاج وتداول الخضر**


١- أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٩٢٠ صحة.

٢- تكنولوجيا الزراعات المحمية (الصوبات) (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٥ صفحة.

٣- أساسيات إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

٤- إنتاج وفسيولوجيا واعتماد بذور الخضر (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

٥- أساسيات وفسيولوجيا الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية — ٥٩٦ صفحة.

٦- تكنولوجيا إنتاج الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية — ٦٢٥ صفحة.

٧- الأساليب الزراعة المتكاملة لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية — ٥٨٦ صفحة.

٨- تكنولوجيا الزراعات المحمية (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية — ٥٣٥ صفحة.

٩- الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر: البدائل العلمية والعملية المتكاملة (٢٠١٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٨٣ صفحة.

١٠- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٥٢ صفحة.

١١- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر غير الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٦٤ صفحة.

١٢- أصول الزراعة العضوية: ما لها وما عليها (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩٤ صفحة.

١٣- أصول الزراعة المحمية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٨٣٦ صفحة.

١٤- أساسيات وتكنولوجيا إنتاج الخضر (٢٠١٥). دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية — ٩٦٨ صفحة.

١٥- تداول الحاصلات البستانية: تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد الحصاد (٢٠١٥). دار الكتب العلمية، والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس ، والمكتبة الأكاديمية— ٥٤٨ صفحة.

١٦- الأهمية الغذائية والطبية للخضروات. (٢٠١٥). دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية — ٣٧٨ صفحة.

١٧- تسميد محاصيل الخضر (٢٠١٦). دار الكتب العلمية، والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية– ٦٩٣ صفحة.

١٨- عوامل الشد البيئى ووسائل الحد من أضرارها: الحلول التكنولوجية لتحديات ومعوقات إنتاج الخضر فى الظروف البيئية القاسية. الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٦٤٨ صفحة.

١٩- بدائل المبيدات لمكافحة أمراض وآفات الخضر. الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٤٨٩ صفحة.

**ثانيًا: فى مجال إنتاج محاصيل الخضر**

١- الطماطم (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣١ صفحة.

٢- البطاطس (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٨٦ صفحة.

٣- البصل والثوم (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٩١ صفحة.

٤- القرعيات (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٠٧ صفحات.

٥- الخضر الثمرية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠١ صفحة.

٦- الخضر الثانوية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩١ صفحة.

٧- الخضر الجذرية والساقية والورقية والزهرية (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٧٤ صفحة.

٨- إنتاج محاصيل الخضر (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧١٢ صفحة.

٩- إنتاج خضر المواسم الدافئة والحارة فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٨ صفحة.

١٠- إنتاج خضر المواسم المعتدلة والباردة فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

١١- الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥١١ صفحة.

١٢- الطماطم: الأمراض والآفات ومكافحتها (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢١٠ صفحات.

١٣- إنتاج البطاطس (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٤٦ صفحة.

١٤- إنتاج البصل والثوم (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع– ٣٧١ صفحة.

١٥- القرعيات: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٩٨ صفحة.

١٦- القرعيات: الأمراض والآفات ومكافحتها (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٠ صفحة.

١٧- إنتاج الفلفل والباذنجان (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٦ صفحة.

١٨- إنتاج الخضر البقولية (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٢٤ صفحة.

١٩- إنتاج الفراولة (٢٠٠٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٨٨ صفحة.

٢٠- إنتاج الخضر الكرنبية والرمرامية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٢٧ صفحة.

٢١- إنتاج الخضر الخيمية والعليقية والقلقاسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣١٥ صفحة.

٢٢- إنتاج الخضر المركبة والخبازية والقلقاسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٠ صفحة.

٢٣- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الأول (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٤ صفحات.

٢٤- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الثانى (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٠ صفحة.

٢٥- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الثالث (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٢٤ صفحة.

٢٦- تكنولوجيا الإنتاج المتميز للطماطم (٢٠١٨). دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٢٠٨ صفحات.

٢٧- تحديات إنتاج وتصدير الطماطم ووسائل التغلب عليها (٢٠١٨). دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع — القاهرة – ٣٣٥ صفحة.

**ثالثًا: فى مجال تربية النبات**

١- أساسيات تربية النبات (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٦٨٢ صفحة.

٢- تربية محاصيل الخضر (١٩٩٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٨٠٠ صفحة.

٣- تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٧٨ صفحة.

٤- الأساس الفسيولوجى للتحسين الوراثى فى النباتات: التربية لزيادة الكفاءة الإنتاجية وتحمل الظروف البيئية القاسية (١٩٩٥). المكتبة الأكاديمية — ٣٢٨ صفحة.

٥- الأسس العامة لتربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٧٧ صفحة.

٦- طرق تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩٣ صفحة.

٧- تحسين الصفات الكمية: الإحصاء البيولوجى وتطبيقاته فى برامج تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٥١ صفحة.

٨- التكنولوجيا الحيوية وتربية النبات (٢٠٠٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٨٣ صفحة.

٩- تطبيقات تربية النبات فى مكافحة الأمراض والآفات (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥٨٥ صفحة.

١٠- تربية النبات لتحمل الظروف البيئية القاسية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥٤٤ صفحة.

١١- مبادئ تربية محاصيل الخضر (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٥٧.

١٢- أساسيات تربية الطماطم (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٨٠ صفحة.

١٣- تربية الطماطم لتحسين المحصول وصفات الجودة (٢٠١٧) . الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٤٤ صفحة.

١٤- تربية الطماطم لتحمل الظروف البيئية القاسية (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٦٠ صفحة.

١٥- تربية الطماطم لمقاومة الأمراض والآفات (٢٠١٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٣٠٣ صفحات.

**رابعًا: فى مجال أصول البحث العلمى والكتابة العلمية**

١- أصول البحث العلمى — الجزء الأول: المنهج العلمى وأساليب كتابة البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية — ٤١٧ صفحة.

٢- أصول البحث العلمى — الجزء الثانى: إعداد وكتابة ونشر البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية — ٢٧٣ صفحة.

٣- أصول إعداد ونشر البحوث والرسائل العلمية (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٧٠ صفحة.

# المؤلف فى سطور



دكتور أحمد عبد المنعم حسن – أستاذ الخضر بكلية الزراعة، جامعة القاهرة – من مواليد محافظة البحيرة ١٩٤٢.

حصل على البكالوريوس من جامعة الإسكندرية بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الأولى عام ١٩٦٢، والماجستير من جامعة ولاية نورث كارولينا ١٩٦٦، والدكتوراه من جامعة كورنل بالولايات المتحدة ١٩٧٠.

عمل بجامعات الإسكندرية، والقاهرة، وبغداد، والإمارات العربية المتحدة.

أشرف على عديد من طلبة الدراسات العليا فى جامعات القاهرة، وعين شمس، وبغداد.

عضو عديد من اللجان والجمعيات العلمية المحلية والعالمية.

له ٦٤ مؤلفًا علميًّا (توجد قائمة بها فى الصفحات الأخيرة من الكتاب) وأكثر من ٨٢ بحثًا علميًّا منشورة فى الدوريات العلمية المحلية والعالمية.

حصل على جائزة الدولة التشجيعية ووسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى (أكاديمية البحث العلمى – مصر) عام ١٩٨٤، وأربع جوائز عن التأليف العلمى الزراعى (وزارة الزراعة – مصر) عام ١٩٨٤ والجائزة الأولى لندوة الثقافة والعلوم (دبى) عام ١٩٩١.